



ΔΗΜΟΤΙΚΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗΣ

ΟΡΕΣΤΙΑΔΑΣ

ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ

ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΙΛΥΟΣ ΕΕΛ ΟΡΕΣΤΙΑΔΑΣ

ΜΑΪΟΣ 2023

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

A. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ.....	4
A.1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	4
A.2 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΗΣ ΙΛΥΟΣ.....	7
A.3 ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΦΥΔΑΤΩΜΕΝΗΣ ΙΛΥΟΣ.....	8
Θεσμικό Πλαίσιο Διαχείρισης Ιλύος.....	8
Γενική θεώρηση.....	8
Θεσμικό πλαίσιο για την αξιοποίηση της ιλύος στη γεωργία	12
A.4 ΣΥΝΤΟΜΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	29
A.5. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ	30
B. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ	31
B.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	31
B.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΥΔΑΤΩΜΕΝΗΣ ΙΛΥΟΣ.....	31
B.2.1 ΞΗΡΑΝΣΗ.....	31
B.2.1.1 ΗΛΙΑΚΗ ΞΗΡΑΝΣΗ ΤΗΣ ΙΛΥΟΣ	31
B.2.1.2 ΘΕΡΜΙΚΗ ΞΗΡΑΝΣΗ ΤΗΣ ΙΛΥΟΣ.....	33
B.2.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΙΛΥΟΣ ΜΕ ΑΣΒΕΣΤΗ.....	34
B.2.3 ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΙΛΥΟΣ	34
B.2.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	36
B.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ – ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΥΔΑΤΩΜΕΝΗΣ ΙΛΥΟΣ.....	37
Γ. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΙΛΥΟΣ – ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	39
Γ.1 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ ΙΛΥΟΣ	39
Γ.2 ΜΟΝΑΔΑ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΙΛΥΟΣ.....	40
Γ.2.1 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ.....	40
Γ.2.2 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ	41
Γ.2.3 ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΗΣ ΙΛΥΟΣ	47

Γ.2.4 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΧΩΡΟΥ	47
Γ.2.5 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ – ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	48
Γ.2.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	48
Δ. ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ	50
Δ.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	50
Δ.2. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΦΥΔΑΤΩΜΕΝΗΣ ΙΛΥΟΣ	50
Δ.3. ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	51
Δ.3.1 ΘΑΛΑΜΟΙ ΞΗΡΑΝΣΗΣ	51
Δ.3.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΣΜΩΝ.....	51
Δ.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ	52
Ε. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΧΩΡΟΥ	54
Ε.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	54
Ε.2. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΟΔΟΠΟΙΑ	54
Ε.3. ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ	54
Ε.4. ΕΡΓΑ ΠΡΑΣΙΝΟΥ	55
Ε.5. ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ΟΜΒΡΙΩΝ	55
ΣΤ. ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ	56
Ζ. ΣΧΕΔΙΑ.....	58

Α. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ

Α.1. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Η προμελέτη αυτή αφορά την κατασκευή εγκατάστασης ξήρανσης της λυματολάσπης που παράγεται από τις Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων της Ορεστιάδας.

Οι Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων ολοκληρώθηκαν το έτος 2000 και άρχισαν να λειτουργούν το ίδιο έτος.

Από τα στοιχεία λειτουργίας του έργου, για το έτος 2011, οι εισερχόμενες παροχές λυμάτων στο έργο σε μηνιαία βάση είναι οι εξής:

Μήνας	Μέση Ημερήσια Παροχή, m ³ /d
Ιανουάριος	3774
Φεβρουάριος	3067
Μάρτιος	2969
Απρίλιος	3320
Μάιος	3057
Ιούνιος	2730
Ιούλιος	2433
Αύγουστος	2522
Σεπτέμβριος	2923
Οκτώβριος	3536
Νοέμβριος	2798
Δεκέμβριος	3004
Μέση ετήσια παροχή, m³/d	3.011
Συνολική ετήσια παροχή, m³/yr	1.099.097

Οι ποσότητες αφυδατωμένης ιλύος που παράγονται στις ΕΕΛ Ορεστιάδας φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Η πρόσφατη αλλαγή που έγινε στην αρχιτεκτονική της αυτοδιοίκησης και της αποκεντρωμένης διοίκησης με το πρόγραμμα Καλλικράτης και είχε ως συνέπεια την επέκταση των ορίων του Δήμου Ορεστιάδας, δημιουργεί την ανάγκη να εκτιμηθούν και να συμπεριληφθούν στον σχεδιασμό μιας μονάδας επεξεργασίας και οι ποσότητες που θα παράγονται από νέες ΕΕΛ που ήδη έχει δρομολογηθεί η κατασκευή τους (π.χ. ΕΕΛ

Βύσσας), ή υπάρχει ενδεχόμενο να κατασκευασθούν στο μέλλον (π.χ. στα διάφορα Δημοτικά Διαμερίσματα). Έτσι διαμορφώνεται ο παρακάτω πίνακας.

Πίνακας Α.1.α Παραγόμενες ποσότητες αφυδατωμένης ιλύος ΕΕΛ Ορεστιάδας (για πενθήμερη λειτουργία των εγκαταστάσεων)

	ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ
ΟΛΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ (% κ.β)	12,5	20
ΗΜΕΡΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΕΡΕΩΝ (DS/day)	0,75 tn	1,54 tn
ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΣΤΕΡΕΩΝ (DS/y)	195 tn	400 tn

Τα μετεωρολογικά στοιχεία για την περιοχή της Ορεστιάδας καθώς και στοιχεία για την ηλιακή ακτινοβολία δίνονται στους παρακάτω πίνακες – Διαγράμματα.

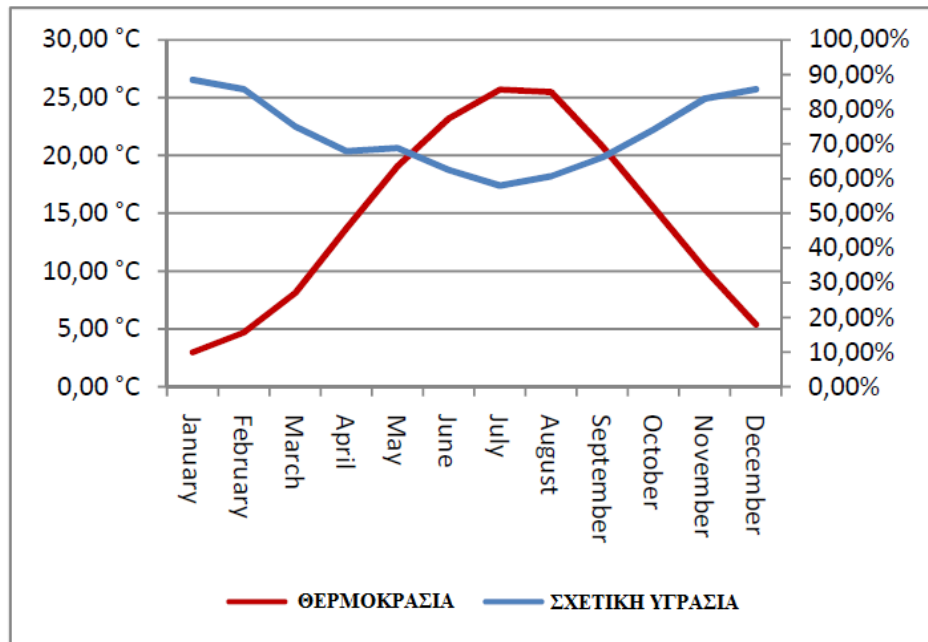
Πίνακας Α.1.β Μετεωρολογικά στοιχεία Σταθμού Ορεστιάδας

ΜΗΝΑΣ	ΜΕΣΟ ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ (mm)	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ °C	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΩΝ (beaufort)	ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ (%)
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	57	3.0	2.6	88.4
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	53	4.7	2.6	85.7
ΜΑΡΤΙΟΣ	55	8.1	2.7	75.0
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	42	13.7	2.5	67.9
ΜΑΙΟΣ	44	19.1	2.2	68.8
ΙΟΥΝΙΟΣ	46	23.2	2.6	62.5
ΙΟΥΛΙΟΣ	34	25.7	2.6	58.0
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	22	25.5	2.6	60.7
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	39	20.8	2.2	66.1
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	44	15.5	2.2	74.1
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	75	10.2	2.2	83.0
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	68	5.4	2.6	85.7
ΣΥΝΟΛΟ ΕΤΟΥΣ	580	14.6	2.5	73.0

Μετεωρολογικά στοιχεία Σταθμού Ορεστιάδας για την περίοδο 75-93

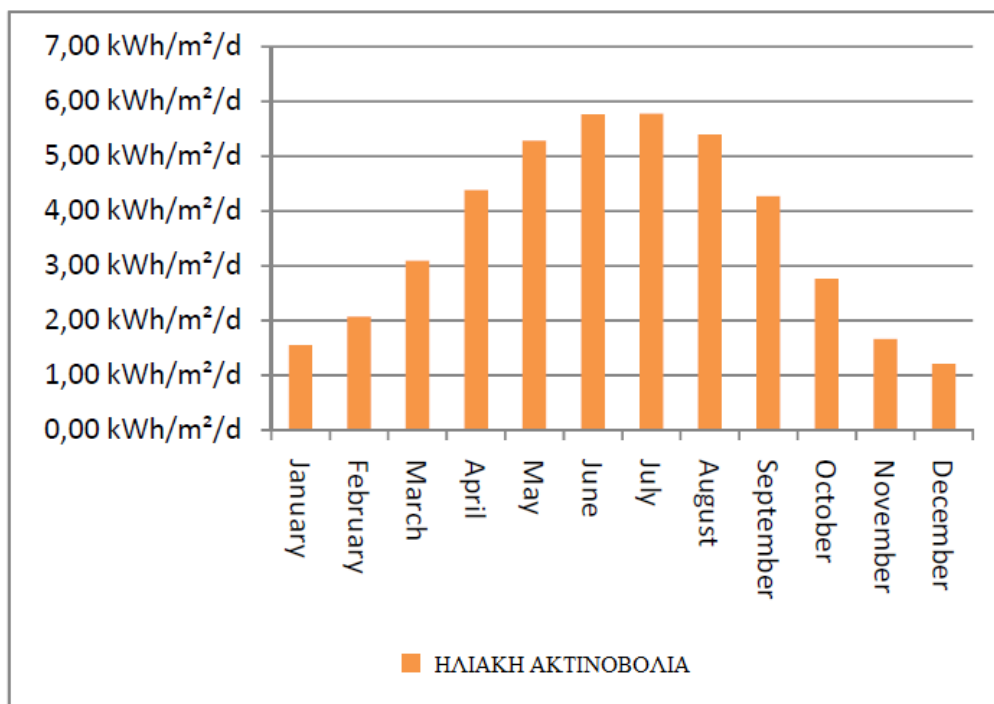
Διάγραμμα Α.1.γ Θερμοκρασία – Σχετική Υγρασία περιοχής Ορεστιάδας

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ - ΣΧΕΤΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ



Διάγραμμα Α.1.δ Ηλιακή Ακτινοβολία περιοχής Ορεστιάδας

ΗΛΙΑΚΗ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ



Α.2 ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΜΕΝΗΣ ΙΛΥΟΣ

Πίνακας Α2-1 Ποιοτικά Χαρακτηριστικά Ιλύος Ορεστιάδας

Είδος Εξέτασης	Αποτέλεσμα mg/Kg Ξ.Υ
Χρώμιο (Cr)	25
Μόλυβδος (Pb)	40,5
Κάδμιο (Cd)	0,45
Χαλκός (Cu)	90,5
Νικέλιο (Ni)	16
Υδράργυρος (Hg)	0,3
Ψευδάργυρος (Zn)	300

Η διάθεση της ξηρής ιλύος θα γίνεται σε αγρούς της ευρύτερης περιοχής της Ορεστιάδας. Σημειώνεται ότι η διάθεση της παραγόμενης ξηρής ιλύος σε αγροτικές καλλιέργειες είναι εφικτή βάσει της νομοθεσίας καθόσον πληροί τις προδιαγραφές τόσο της ισχύουσας όσο και του σχεδίου τροποποίησής της.

Η μέση ετήσια συγκέντρωση στερεών θα είναι 75% DS.

A.3 ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΑΦΥΔΑΤΩΜΕΝΗΣ ΙΛΥΟΣ

Γενικά, η υφιστάμενη νομοθεσία (ελληνική και ευρωπαϊκή) εστιάζεται κυρίως στη χρήση ιλύος στη γεωργία. Άλλες χρήσεις ή τρόποι διάθεσης της ιλύος, προς το παρόν, εμπίπτουν σε πιο γενικές διατάξεις που σχετίζονται με την διαχείριση αποβλήτων.

Θεσμικό Πλαίσιο Διαχείρισης Ιλύος

Γενική θεώρηση

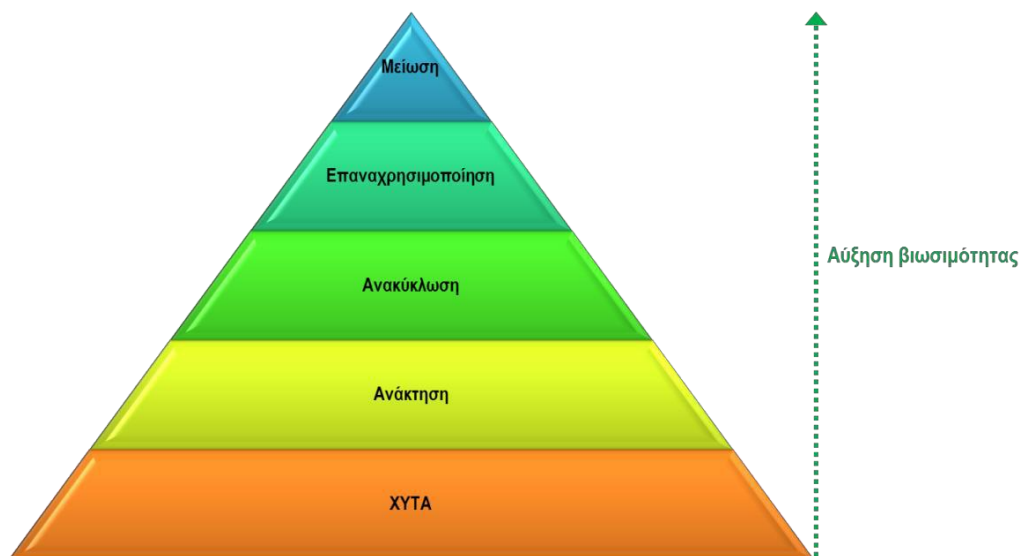
Η ανάγκη επεξεργασίας του συνόλου σχεδόν των παραγόμενων λυμάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση (σύμφωνα με τη σχετική Οδηγία 91/271/ΕΚ θα έπρεπε κανονικά όλοι οι οικισμοί με πληθυσμό άνω των 2.000 ισοδύναμων κατοίκων, μέχρι το 2005 να έχουν ολοκληρώσει τα δίκτυα αποχέτευσης και τις απαραίτητες εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων, ΕΕΛ), έχει ως συνέπεια μία πολύ σημαντική αύξηση της παραγόμενης κατά την επεξεργασία ιλύος.

Με δεδομένο ότι η διάθεση της ιλύος σε επιφανειακά και παράκτια ύδατα δεν αποτελεί πλέον αποδεκτή πρακτική, η συχνότερα εφαρμοζόμενη σήμερα, χαμηλού κόστους, πρακτική είναι η συνδιάθεση της ιλύος με αστικά στερεά απορρίμματα σε χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων. Στο βαθμό που η προς διάθεση ιλύς έχει υποστεί μια τυπική επεξεργασία (αερόβια ή αναερόβια σταθεροποίηση και αφυδάτωση) και υπάρχει διαθέσιμη χωρητικότητα στον ΧΥΤΑ, η πρακτική αυτή κανονικά δεν εγκυμονεί κινδύνους ρύπανσης του περιβάλλοντος. Η παραδοσιακή αυτή αντιμετώπιση του προβλήματος ουσιαστικά δίνει έμφαση στην ασφαλή απομόνωση των ρυπαντικών ουσιών με μεθόδους υγειονομικής ταφής του συνόλου της ιλύος. Η μέθοδος αυτή, αν και σχετικά ασφαλής, παρουσιάζει σοβαρά μειονεκτήματα και δεν είναι πλέον επιθυμητή.

Η διάθεση της ιλύος σε ΧΥΤΑ συναντά μια αυξανόμενη αντίδραση και δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις που δεν γίνεται αποδεκτή από αρμόδιους με τη λειτουργία των ΧΥΤΑ φορείς. Ως ελάχιστη προϋπόθεση σε πλείστες περιπτώσεις τίθεται η εξασφάλιση ενός υψηλού ποσοστού στερεών (περίπου 40-50%), το οποίο δεν μπορεί να επιτευχθεί με τις μεθόδους αφυδάτωσης, ενώ συχνά είναι απαιτητή και η επαρκής υγειονομοποίηση της ιλύος.

Επιπρόσθετα, στο πλαίσιο των αρχών της βιωσιμότητας, η μη αξιοποίηση των χρήσιμων συστατικών της ιλύος, όπως στην περίπτωση ταφής της, έρχεται σε αντίθεση με σύγχρονες πρακτικές αξιοποίησης και επαναχρησιμοποίησης της ιλύος.

Ως αποτέλεσμα η διάθεση σε ΧΥΤΑ βρίσκεται στη βάση της πυραμίδας της βιωσιμότητας, ενώ διαπιστώνεται ότι γενικά η πρακτική της επαναχρησιμοποίησης βρίσκεται σε κορυφαία θέση και συμπλέει με την αύξηση της βιωσιμότητας (Σχήμα.1).



Σχήμα.1 Πυραμίδα βιωσιμότητας για τη διαχείριση της ύλης

Ιδιαίτερη επισήμανση χρήζει το γεγονός ότι τίθενται πλέον από τη νομοθεσία συγκεκριμένοι ποσοτικοί στόχοι που πρέπει να επιτευχθούν σε συγκεκριμένο χρόνο. Ειδικότερα αναφέρονται οι απαιτήσεις της ΚΥΑ 29407/3508/16-12-02, με την οποία ενσωματώνεται στο εθνικό επίπεδο η Οδηγία 99/31/ΕΚ, για τα βιοαποδομήσιμα υλικά που καταλήγουν στους ΧΥΤΑ:

- ✚ Α) Μέχρι της 16η Ιουλίου 2010 τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα που προορίζονται για χώρους υγειονομικής ταφής πρέπει να μειωθούν στο 75% της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995 ή το τελευταίο προ του 1995 έτος για το οποίο υπάρχουν διαθέσιμα τυποποιημένα στοιχεία της Eurostat.
- ✚ Β) Μέχρι την 16η Ιουλίου 2013 τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα που προορίζονται για χώρους υγειονομικής ταφής πρέπει να μειωθούν στο 50% της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995
- ✚ Γ) Μέχρι την 16η Ιουλίου του 2020 τα βιοαποδομήσιμα αστικά απόβλητα που προορίζονται για χώρους υγειονομικής ταφής πρέπει να μειωθούν στο 35% της συνολικής (κατά βάρος) ποσότητας των βιοαποδομήσιμων αστικών αποβλήτων που είχαν παραχθεί το 1995

Βάσει του σκεπτικού αυτού, χρήσιμα κλάσματα της ύλης όπως το οργανικό υλικό και τα θρεπτικά μπορούν να εμπλουτίσουν το έδαφος ή εναλλακτικά το οργανικό κλάσμα μέσω θερμικής επεξεργασίας έχει τη δυνατότητα να μετατραπεί σε ενέργεια,

η οποία μπορεί να ανακτηθεί. Σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, οι περιορισμοί που έχουν ήδη επιβληθεί σχετικά με τη διάθεση οργανικού υλικού σε ΧΥΤΑ επιβάλλουν τη διερεύνηση και εφαρμογή εναλλακτικών τρόπων διαχείρισης της ιλύος, με σαφή την αυξητική τάση για επαναχρησιμοποίηση της ιλύος στη γεωργία και εν γένει εφαρμογή της στο έδαφος (δασώδης περιοχές, αποκατάσταση εδαφών) και για την ανάκτηση ενέργειας, κυρίως μέσω καύσης.

Πίνακας 1. Τρόποι διάθεσης της ιλύος στην Ελλάδα

	<i>Έτος</i>	<i>1998</i>	<i>2000</i>	<i>2002</i>	<i>2004</i>	<i>2006</i>
	Ξηρό βάρος (τόνοι)	59.320	66.335	77.646	83.401	125.977
% ποσοστό ιλύος	ΧΥΤΑ/ΧΑΔΑ	98,1	96,2	96,1		
	Προσωρινή Αποθήκευση εντός της ΕΕΛ	1,3	1,2	1,3		
	Γεωργία	0	0	0	0,04	0,045
	Ενεργειακή Αξιοποίηση	0	0	0	0	0

Πηγή: *Country Reports on the transposition and implementation of directive 86/278/EEC & Εθνικός Σχεδιασμός Διαχείρισης Ιλύος, Εκπόνηση Τεχνικών Προδιαγραφών και του Σχετικού Νομοθετικού Πλαισίου, 2010*

Όπως φαίνεται στον παραπάνω Πίνακα.1, στην Ελλάδα η εδαφική εφαρμογή είναι αμελητέα με συνέπεια η διάθεση σε ΧΥΤΑ να αποτελεί μέχρι και πρόσφατα πρακτικά τον αποκλειστικό τρόπο διαχείρισης, καθώς η ιλύς από εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων (ΕΕΛ) αντιμετωπίζονται ως αμιγώς στερεά απορρίμματα. Εξαιρέση αποτελεί η τελευταία διετία όπου περίπου το 50% της ιλύος που παράγεται στη χώρα και αφορά στην Αθήνα και στη Θεσσαλονίκη, αξιοποιείται ως καύσιμο.

Η αγροτική χρήση της ιλύος σχετίζεται άμεσα με τη βασική οικολογική αρχή της επαναχρησιμοποίησης, ενώ ταυτόχρονα λόγω της αγρονομικής αξίας της, η ιλύς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως λίπασμα στη γεωργία και ως εδαφοβελτιωτικό με σημαντικά οικονομικά πλεονεκτήματα. Είναι λοιπόν αναμενόμενη η αντικατάσταση του όρου "ιλύς", με αυτή του όρου "βιοστερεά", που ξεκινά στις Η.Π.Α. και που έχει

ως στόχο την προώθηση του προϊόντος σε υψηλές ή χαμηλότερες συγκεντρώσεις, τοξικά μέταλλα, καθώς και ποικιλία από συνθετικά μικροοργανικά, που σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να αμελούνται. Κατά συνέπεια, η αγροτική χρήση της ιλύος θα πρέπει να επιτρέπεται μόνο σε περίπτωση, που δεν εγκυμονεί κινδύνους για τα ζώα και τους ανθρώπους.

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι η εδαφική διάθεση της ιλύος φαίνεται εύλογη και από πρώτη άποψη ασφαλής και απλή ως διαδικασία, αν ληφθεί υπόψη ότι επί αιώνες οι κοπριές έχουν χρησιμοποιηθεί χωρίς σοβαρά προβλήματα ως εδαφοβελτιωτικό και λίπασμα. Πρέπει όμως να επισημανθεί ότι υπάρχει ουσιαστική διαφορά μεταξύ των δύο υλικών, καθώς η ιλύς περιέχει δυνητικά επικίνδυνες ουσίες (παθογόνα, βαρέα μέταλλα, τοξικές οργανικές συνθετικές ενώσεις), που αν και σε ένα πολύ μικρό ποσοστό, που δεν ξεπερνά το 1-2%, αποτελούν κρίσιμο παράγοντα και δημιουργούν την ανάγκη για την υιοθέτηση κατάλληλων προδιαγραφών και κανονισμών προκειμένου να επιτευχθεί η ασφαλής εφαρμογή της μεθόδου.

Η αξιοποίηση του ενεργειακού δυναμικού της ιλύος είναι εφικτή με τη χρήση της ως εναλλακτικό καύσιμο – υποκατάστατο των συμβατικών στερεών καυσίμων σε Θερμοηλεκτρικούς Σταθμούς ή Βιομηχανικούς κλιβάνους, την μονο-καύση ή και συνδυασμένη καύση με άλλα οργανικά κλάσματα με στόχο την παραγωγή ενέργειας ή με την αναερόβια αποδόμηση του περιεχόμενου οργανικού άνθρακα με παράλληλη ενεργειακή αξιοποίηση των παραγόμενων προϊόντων όπως του βιοαερίου.

Οι βιομηχανικές μονάδες, που μπορούν να δεχτούν ιλύ ως καύσιμο είναι αυτές που χρησιμοποιούν ως καύσιμο στερεά ορυκτά καύσιμα (λιθάνθρακα, λιγνίτη κ.α.). Οι βιομηχανίες που συνήθως υποκαθιστούν καύσιμα με απόβλητα είναι η τσιμεντοβιομηχανία, τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια παραγωγής ενέργειας και βιομηχανικές μονάδες παραγωγής οικοδομικών υλικών όπως είναι η ασβεστοποιία και η κεραμοποιία. Ο βαθμός αξιοποίησης και ο ρυθμός απορρόφησης της ιλύος στον κλάδο αυτό είναι δύσκολο να προσδιορισθεί, καθώς μπορεί να διαφέρει από το ποσοστό της ξηράς ιλύος που χρησιμοποιείται και την αποδοχή του νέου εναλλακτικού καυσίμου από τις βιομηχανικές μονάδες. Ιδιαίτερη σημασία επίσης για την περίπτωση καύσης της ιλύος με στόχο την παραγωγή ενέργειας έχει η οικονομία κλίμακας, που μπορεί να επιτευχθεί.

Παρ' όλα αυτά η αξιοποίηση της ιλύος στον τομέα αυτό παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον, ιδίως λαμβάνοντας υπόψη τα σημαντικά οικονομικά κίνητρα που ισχύουν στο πλαίσιο της πολιτικής προώθησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στο επόμενο κεφάλαιο παρουσιάζεται η νομοθεσία και οι κανονισμοί διαφόρων χωρών και φορέων, που σχετίζονται με την περιεκτικότητα της ιλύος σε παθογόνα, ανόργανα και οργανικά συστατικά, τις μεθόδους επεξεργασίας και τις εφαρμοζόμενες πρακτικές με έμφαση στην αγροτική αξιοποίηση.

Θεσμικό πλαίσιο για την αξιοποίηση της ιλύος στη γεωργία

Το πρόβλημα που παρουσιάζεται σε κάθε προσπάθεια καθιέρωσης κατάλληλων προδιαγραφών και κανονισμών, σχετίζεται κυρίως με τον δυναμικό και συχνά άγνωστο χαρακτήρα των φαινομένων που υπεισέρχονται κατά την αλληλεπίδραση της ιλύος και του εδαφικού οικοσυστήματος και τη μεταφορά ρυπαντών στα φυτά. Οι υφιστάμενοι διεθνώς κανονισμοί, μπορούν να διακριθούν ανάλογα με τη θεμελιώδη αρχή που ακολουθούν.

Θεμελιώδης αρχή 1 : Αποδοχή συσσώρευσης σε επιτρεπτά όρια. Ο προσδιορισμός των οριακών τιμών εφαρμογής των ρυπαντικών ουσιών, κατά τη γεωργική χρήση της ιλύος, βασίζεται στον καθορισμό των μέγιστων αποδεκτών τιμών πρόσληψης από τον άνθρωπο για κάθε ουσία και στη συνέχεια γίνεται αξιολόγηση των διαφορετικών οδών μεταφοράς των ρύπων (συνήθως μέσω της τροφικής αλυσίδας) ώστε με κατάλληλες ποσοτικοποιήσεις να προκύψουν οι επιτρεπόμενες φορτίσεις, λαμβάνοντας υπόψη την ικανότητα του εδάφους να αδρανοποιεί τους τοξικούς ρύπους¹.

Λόγω των εγγενών ασαφειών και κατά περίπτωση διαφοροποιήσεων, η προσέγγιση αυτή έχει υποστεί έντονη κριτική και αμφισβήτηση ως προς τη βασιμότητα των συμπερασμάτων της. Επιπρόσθετα, δεν αντιμετωπίζει την πιθανή επίδραση στο εδαφικό οικοσύστημα. Ευρέως, ωστόσο, θεωρείται ότι προσφέρει μία ρεαλιστική λύση στο πρόβλημα της διαχείρισης της ιλύος με αξιόλογα οφέλη στα αγρονομικά χαρακτηριστικά του εδάφους, περιορίζοντας ταυτόχρονα τη συσσώρευση επικίνδυνων ουσιών σε επίπεδα τα οποία δεν φαίνεται να είναι επικίνδυνα για τον άνθρωπο.

Η πραγματιστική αυτή προσέγγιση χαρακτηρίζει το υπόβαθρο της υφιστάμενης Ευρωπαϊκής (Οδηγία 86/278/ΕΕ) και Ελληνικής σχετικής νομοθεσίας (ΚΥΑ 80568/4225/91), ενώ ανάλογο σκεπτικό χαρακτηρίζει και την αντίστοιχη

¹ Τα βαρέα μέταλλα συγκεντρώνονται στα ανώτερα στρώματα του εδάφους λόγω δέσμευσης από το οργανικό κυρίως υλικό του εδάφους. Η κινητικότητα και διαθεσιμότητά τους σε φυτά και μικροοργανισμούς επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, από τους οποίους το pH είναι ο σημαντικότερος. Σε ότι αφορά στην επιρροή των συγκεντρώσεων βαρέων μετάλλων στους μικροοργανισμούς του εδάφους, τα στοιχεία από τη βιβλιογραφία είναι αντιφατικά, ανάλογα με το είδος του μικρο-οργανισμού, τις τοπικές συνθήκες των πειραμάτων και την αναντιστοιχία μεταξύ βραχυπρόθεσμων εργαστηριακών παρατηρήσεων και μακροπρόθεσμων στο πεδίο. Μερικοί συγγραφείς κάνουν λόγο για τη δυνατότητα των μικρο-οργανισμών να προσαρμόζονται στις μεταβαλλόμενες συνθήκες. Στη βάση μακροχρόνιων πειραμάτων στο πεδίο, μερικές μελέτες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η ποικιλία και ο πληθυσμός μικρο-οργανισμών στο έδαφος μπορεί να επηρεασθεί αρνητικά από την εισροή των μετάλλων της ιλύος ακόμα και αν τηρούνται τα υφιστάμενα όρια.

νομοθεσία των ΗΠΑ. Οι επιβαλλόμενες προδιαγραφές ως προς τις απαιτήσεις επεξεργασίας, τα χαρακτηριστικά της ιλύος, του εδάφους και της απαιτούμενης έκτασης, δεν είναι ιδιαίτερα αυστηρές και δίνουν τη δυνατότητα για αρκετά ευρεία εφαρμογή της γεωργικής επαναχρησιμοποίησης της ιλύος.

Οι βασικές προδιαγραφές συνοψίζονται στους Πίνακες που ακολουθούν². Ο Πίνακας 2 καθορίζει τις μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις μετάλλων στην ιλύ, προκειμένου να κριθεί κατάλληλη για γεωργική επαναχρησιμοποίηση. Ο Πίνακας 3 θέτει κριτήρια για την επιλογή εδαφών κατάλληλων για εφαρμογή ιλύος, από την άποψη ενδεχόμενης προϋπάρχουσας επιβάρυνσης με μέταλλα. Οι μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις έχουν ισχύ για εδάφη με τιμές pH στο διάστημα 6-7. (Σε όξινα εδάφη τα όρια θα πρέπει κανονικά να είναι αυστηρότερα λόγω της μεγαλύτερης διαλυτότητας και επομένως και κινητικότητας των μετάλλων σε χαμηλές τιμές pH).

Πίνακας 2. Μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις μετάλλων στην ιλύ για γεωργική επαναχρησιμοποίηση (Οδηγία 86/278/EE & ΚΥΑ 80568/4225/91)

	<i>Οδηγία 86/278/EE & ΚΥΑ 80568/4225/91</i>
<i>Μέταλλο</i>	<i>mg/kg ξηράς ουσίας</i>
Cd	20-40
Cr	510*
Cu	1000-1750
Hg	16-25
Ni	300-400

² Η νομοθεσία περιλαμβάνει και πρόσθετους περιορισμούς των δυνατοτήτων γεωργικής επαναχρησιμοποίησης.

Έτσι, απαγορεύεται ή επιτρέπεται υπό όρους η επαναχρησιμοποίηση:

- Σε λειμώνες ή εκτάσεις με καλλιέργειες ζωοτροφών, εφόσον οι λειμώνες πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για βοσκή ή οι ζωοτροφές πρόκειται να συγκομισθούν πριν από την πάροδο ενός ορισμένου χρονικού διαστήματος. Για τον καθορισμό του χρονικού αυτού διαστήματος λαμβάνονται υπόψη η γεωγραφική και κλιματολογική τους κατάσταση και δεν μπορεί να είναι κατώτερο από τρεις εβδομάδες.
- Σε καλλιέργειες οπωροκηπευτικών κατά την περίοδο της βλάστησης, με εξαίρεση τις καλλιέργειες οπωροφόρων δένδρων.
- Σε εδάφη που προορίζονται για καλλιέργειες οπωροκηπευτικών οι οποίες βρίσκονται σε άμεση επαφή με το έδαφος και κανονικά κατανέμονται σε νωπή κατάσταση, για περίοδο δέκα μηνών πριν από την συγκομιδή και κατά τη διάρκεια της συγκομιδής.

Pb	750-1200
Zn	2500-4000

* Μόνο στην ΚΥΑ 80568/4225/91

Πίνακας 3: Μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις μετάλλων στο έδαφος (για δεδομένο διάστημα τιμών pH) στο οποίο θα γίνει εφαρμογή της ιλύος (Οδηγία 86/278/ΕΕ & ΚΥΑ 80568/4225/91)

	<i>Οδηγία 86/278/ΕΕ & ΚΥΑ 80568/4225/91</i>
<i>Μέταλλο</i>	<i>mg/kg ξηράς ουσίας (6<pH<7)</i>
Cd	1-3
Cu	50-140
Hg	1-1,5
Ni	30-75
Pb	50-300
Zn	150-300

Στο βαθμό που εξασφαλίζονται το όρια των Πινάκων 2 (καταλληλότητα ιλύος) και 3 (καταλληλότητα εδάφους), καθορίζονται οι επιτρεπόμενες ετήσιες φορτίσεις για κάθε μέταλλο (Πίνακας 4).

Πίνακας 4: Μέγιστες επιτρεπόμενες ετήσιες φορτίσεις (Οδηγία 86/278/ΕΕ & ΚΥΑ 80568/4225/91)

	<i>Οδηγία 86/278/ΕΕ & ΚΥΑ 80568/4225/91</i>
<i>Μέταλλο</i>	<i>Kg/ha/έτος</i>
Cd	0,15
Cu	12
Hg	0,1
Ni	3
Pb	15
Zn	30

Σε ό,τι αφορά στο μικροβιακό φορτίο στις υφιστάμενες νομοθετικές ρυθμίσεις δεν υπάρχουν ποσοτικές αναφορές. Η απαίτηση για σταθεροποίηση της ιλύος (χωρίς όμως συγκεκριμένες προδιαγραφές ως προς τις εφαρμοστέες μεθόδους) έμμεσα υπονοεί και απαίτηση για κάποιο βαθμό καταστροφής παθογόνων, ο οποίος ωστόσο δεν είναι εκ των πραγμάτων υψηλός και σε καμία περίπτωση δεν οδηγεί σε ιλύ πρακτικά απαλλαγμένη από παθογόνα, δηλαδή σε υγειονοποιημένη ιλύ. Το γεγονός αυτό δημιουργεί την αναγκαιότητα για πρόσθετους περιορισμούς και απαγορεύσεις και ταυτόχρονα περιορίζει την εδαφική εφαρμογή της ιλύος μόνο σε ορισμένες γεωργικές δραστηριότητες, αποκλείοντας την ευρύτερη εδαφική αξιοποίηση σε περιοχές με σχετικά συχνή πρόσβαση κοινού (δάση, άλση, χώρους αναψυχής κλπ.).

Όπως ήδη αναφέρθηκε η αναλυθείσα προσέγγιση και το αντίστοιχο νομοθετικό πλαίσιο έχουν υποστεί αρκετά έντονη κριτική και αμφισβήτηση ως προς τη βασιμότητα των συμπερασμάτων τους, τόσο για τα μέταλλα και τα μικροοργανικά όσο και τις μικροβιολογικές απαιτήσεις, οι οποίες θέτουν περιορισμούς εφαρμογής (ουσιαστικά μόνο για γεωργική χρήση και μάλιστα υπό όρους, δεδομένου ότι δεν επιβάλλεται η απουσία παθογόνων οργανισμών στην ιλύ). Πρόσθετη αδυναμία αποτελεί η απουσία προτάσεων για το αναγκαίο συμπληρωματικό διαχειριστικό πλαίσιο (πρωτόκολλα, καταμερισμός ευθυνών και δαπανών, έλεγχοι, έκδοση αδειών κλπ.).

Συνέπεια των παραπάνω αδυναμιών είναι η συχνή έκφραση ενδοιασμών και η απροθυμία των γεωργών, με αποτέλεσμα το, σε μερικές χώρες της Ευρώπης, περιορισμένο ακόμα εύρος εδαφικής εφαρμογής της ιλύος. Ειδικότερα για την Ελλάδα η εδαφική εφαρμογή είναι αμελητέα με συνέπεια η διάθεση σε ΧΥΤΑ να αποτελεί μέχρι και πρόσφατα πρακτικά τον αποκλειστικό τρόπο διαχείρισης, με εξαίρεση την τελευταία διετία όπου περίπου το 50% της ιλύος που παράγεται στη χώρα και αφορά

στην Αθήνα και στη Θεσσαλονίκη, αξιοποιείται ως καύσιμο. Σε μια προσπάθεια ενίσχυσης βιώσιμων πολιτικών διαχείρισης σε αρκετές Ευρωπαϊκές χώρες έχουν υιοθετηθεί αυστηρότερες ρυθμίσεις, οι οποίες τείνουν να ακολουθήσουν μια εναλλακτική και πιο “οικολογική” αρχή. Το νέο σκεπτικό και οι σχετικές ρυθμίσεις (που έχουν αποτελέσει την αφορμή για μια προσπάθεια αναθεώρησης της υφιστάμενης νομοθεσίας και σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης) περιγράφονται στη συνέχεια.

Θεμελιώδης αρχή 2 : Μηδενική συσσώρευση. Στόχος της διαχείρισης θα πρέπει να είναι η αποτροπή συσσώρευσης των ρυπαντών στο έδαφος και κατά συνέπεια η εφαρμογή της ιλύος δεν θα πρέπει να έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των συγκεντρώσεων των ρυπαντικών ουσιών. Για την επίτευξη του στόχου αυτού, η εφαρμοζόμενη ποσότητα της ρυπαντικής ουσίας δεν θα πρέπει να υπερβαίνει την προσλαμβανόμενη ικανότητα των φυτών και των λοιπών απωλειών. Με τον τρόπο αυτό εξυπηρετείται η αειφορία, καθώς διατηρείται η ικανότητα του εδάφους για μελλοντική ανάλογη αξιοποίηση και ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος μεταφοράς ρυπαντικών ουσιών στην τροφική αλυσίδα. Η δημόσια υγεία προστατεύεται πλήρως μέσω αποφυγής της επιβάρυνσης των εδαφών στα οποία γίνεται εφαρμογή της ιλύος, ενώ ταυτόχρονα προστατεύεται και το εδαφικό οικοσύστημα. Επιπρόσθετα με στόχο την άρση των περιορισμών κατά τη γεωργική επαναχρησιμοποίηση και την επέκταση των εδαφικών εφαρμογών (π.χ. φυτώρια, αναδασώσεις, αναπλάσεις εδαφών) θεωρείται σκόπιμη η πλήρης καταστροφή των παθογόνων οργανισμών (υγειονομοποίηση της ιλύος), με αντικατάσταση ή επέκταση και αναβάθμιση των τυπικά εφαρμοζόμενων μεθόδων επεξεργασίας της ιλύος.

Η υπεροχή της προσέγγισης αυτής ως προς θέματα ασφαλείας και βιωσιμότητας είναι αδιαμφισβήτητη. Οι κριτικές εντοπίζονται στο κατά πόσο η αυστηρότητα των συνεπαγόμενων προδιαγραφών και κανονισμών επιτρέπει τη ρεαλιστική υιοθέτησή τους στην πράξη. Εκφράζεται η εύλογη ανησυχία ότι εν όψει ιδιαίτερα αυστηρών απαιτήσεων θα είναι αναπόφευκτη η παραβίασή τους, με επιπτώσεις πολύ χειρότερες από την περίπτωση εφαρμογής ρεαλιστικότερων κανονισμών ή εναλλακτικά ότι θα διατηρηθούν οι μη επιθυμητές πλέον μέθοδοι ταφής.

Η Ευρωπαϊκή εμπειρία δεν φαίνεται να επιβεβαιώνει απόλυτα τους παραπάνω ενδοιασμούς. Αυστηροί κανονισμοί που βρίσκονται σε μεγαλύτερη ή μικρότερη συμφωνία με τη δεύτερη θεμελιώδη αρχή έχουν ήδη θεσπισθεί από αρκετές Ευρωπαϊκές χώρες (Σουηδία, Δανία, κ.α.), ενώ αξίζει να αναφερθεί και η μάλλον ακραία περίπτωση της Ολλανδίας που απαγορεύει την εδαφική εφαρμογή της ιλύος, (κατά ορισμένους περισσότερο λόγω της αφθονίας διαθέσιμης κοπριάς στη χώρα παρά για περιβαλλοντικούς λόγους).

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αντιμετωπίζει σοβαρά το ενδεχόμενο ευρύτερης υιοθέτησης της νέας αρχής, μέσω αναθεώρησης της υφιστάμενης Κοινοτικής σχετικής νομοθεσίας. Είναι γεγονός ότι οι σχετικές συζητήσεις συνεχίζονται την τελευταία δεκαετία χωρίς

αποτέλεσμα και είναι προφανές ότι η καθυστέρηση αυτή αντανακλά τις σοβαρές (κυρίως οικονομικού χαρακτήρα) επιπτώσεις από την εφαρμογή ενός αυστηρότερου θεσμικού πλαισίου. Εν τούτοις, και στο βαθμό που δεν θα υπάρξει μια ριζική ανατροπή της Κοινοτικής Περιβαλλοντικής Πολιτικής, φαίνεται ότι αργά η γρήγορα θα γίνει αυτή η στροφή προς τις αυστηρότερες ρυθμίσεις, στροφή που με έμμεσο, αλλά καθοριστικό τρόπο θα συμβάλει και στην αντιμετώπιση του πολύ σύνθετου και δύσκολου προβλήματος ελέγχου της ποιότητας των τοξικών υγρών βιομηχανικών αποβλήτων τα οποία, από τη φύση των περιεχομένων ρύπων (μέταλλα, μικροοργανικά), επηρεάζουν με καθοριστικό τρόπο την ποιότητα της παραγόμενης ιλύος.

Σε αντιστοιχία με τα όρια της υφιστάμενης κοινοτικής νομοθεσίας για τα μέταλλα, παρατίθενται στους Πίνακες που ακολουθούν (Πίνακες 5-7) ενδεικτικά όρια που συνάδουν με το σκεπτικό της εναλλακτικής θεμελιώδους αρχής, όπως αυτά αποτυπώνονται σε δύο χαρακτηριστικά κείμενα εργασίας της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την αναθεώρηση της Οδηγίας 86/278/ΕΕ:

- Σχέδιο Εργασίας για την Ιλύ (3rdDraft), 2003 και
- Σχέδιο Εργασίας για την Ιλύ και τα Βιοστερεά, 2010

Τα όρια χαρακτηρίζονται ως ενδεικτικά με την έννοια ότι αφ ενός μεν βρίσκονται υπό συζήτηση σε επίπεδο ΕΕ, αφ ετέρου δε, προσεγγίζουν τις αυστηρές διατάξεις των χωρών της Ευρώπης που αναφέρθηκαν πιο πάνω³.

Πίνακας 5: Προτεινόμενες από την ΕΕ μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις μετάλλων στην ιλύ για εδαφική εφαρμογή

Παράμετρος	Οδηγία 86/278/ΕΕ C	Σχέδιο Εργασίας (2003)			Σχέδιο Εργασίας (2010)
		Αρχική Τιμή	Μεσοπρόθεσμα (2015)	Μακροπρόθεσμα (2025)	
mg/kg ξηρής ουσίας					
Cd	20 - 40	10	5	2	10
Cr		1.000	800	600	1.000
Cu	1.000 - 1.750	1.000	800	600	1.000
Hg	16 - 25	10	5	2	10

³ Σε ορισμένες Ευρωπαϊκές χώρες (π.χ. Δανία, Σουηδία) έχουν τεθεί και όρια ως προς επιλεγμένες μικροοργανικές ενώσεις. Σε επίπεδο ΕΕ δεν φαίνεται προς το παρόν να επικρατεί αντίστοιχος προσανατολισμός, όπως εξάλλου συμβαίνει και με τις ΗΠΑ.

Ni	300 - 400	300	200	100	300
Pb	750 - 1.200	750	500	200	500
Zn	2.500 -	2.500	2.000	1.500	2.500

Πίνακας 6: Προτεινόμενες από την ΕΕ μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις μετάλλων στο έδαφος (για δεδομένα διάστημα τιμών pH) στο οποίο θα γίνει εφαρμογή της ύλης

		Τιμές όρια για βαρέα μέταλλα στο έδαφος					
		Σχέδιο Εργασίας 2003			Σχέδιο Εργασίας 2010		
Στοιχείο	Οδηγία 86/278/ΕΕ C						
		5 ≤ pH ≤	6 ≤ pH	pH ≥ 7	5 ≤ pH ≤	6 ≤ pH H	pH ≥ 7
Cd	1-3	0,5	1	1,5	0,5	1	1,5
Cr (ολικό)	5	30	60	100	50	75	100
Cu	50-140	20	50	100	40	50	100
Hg	1-1,5	0,1	0,5	1	0,2	0,5	1
Ni	30-75	15	50	70	30	50	70
Pb	50-300	70	70	100	50	70	100
Zn	150-300	60	150	200	100	150	200

Πίνακας 7: Οριακές τιμές συγκέντρωσης βαρέων μετάλλων στην ιλύ που μπορούν να εισάγονται κατ' έτος στα καλλιεργημένα εδάφη

Παράμετρος	Οδηγία 86/278EEC	Σχέδιο Εργασίας (2003)		Σχέδιο Εργασίας 2010
		Μεσοπρόθεσμα (2015) οριακές ποσότητες μετάλλων για χρήση στη γεωργία σε μέσο όρο 10 ετών	Μακροπρόθεσμα (2025) οριακές ποσότητες μετάλλων για χρήση στη γεωργία σε μέσο όρο 10 ετών	
	kg/ha/έτος			
Cd	0,15	0,015	0,006	0,015
Cr (ολικό)	--	2,4	1,8	3,0
Cr (VI)	--	--	--	0,015
Cu	12	2,4	1,8	3,0
Hg	0,1	0,015	0,006	0,01
Ni	3	0,6	0,3	0,75
Pb	15	1,5	0,6	1,0
Zn	30	6	4,5	7,5

Επιπρόσθετα, στον Πίνακα 8 παρουσιάζονται οι μικροοργανικοί ρύποι που προτείνεται να παρακολουθούνται στην ιλύ που προορίζεται για αγροτική χρήση και οι συνιστώμενες οριακές τιμές τους.

Πίνακας 8 Οριακές τιμές συγκέντρωσης μικροοργανικών ενώσεων στην ιλύ

Παράμετρος	Οδηγία	Σχέδιο Εργασίας	Σχέδιο Εργασίας
	mg/kg ξ.β		
AOX	-	500	-
LAS	-	2.600	-
DEHP	-	100	-
NPE	-	50	-
PAH	-	6	6
PCB	-	0.8	-
	Ng TE/kg ξ.β		
PCDD/F	-	100	-

Από τη σύγκριση των Πινάκων 2-3 και 5-6 φαίνεται ότι γενικά η τάση που επικρατεί είναι να γίνουν σταδιακά τα κριτήρια αυστηρότερα. Οι αρχικά προτεινόμενες στο σχέδιο αναθεώρησης της Οδηγίας (2003) στο τέλος μιας περιόδου είκοσι ετών οριακές τιμές για την ιλύ ήταν 3-6 φορές μικρότερες, για ορισμένα δε μέταλλα (Cd, Ni) χαμηλότερες κατά μία τάξη μεγέθους από τις τιμές της Οδηγίας του 1986. Ακόμα μεγαλύτερη (κατά 10-20 φορές) ήταν η προτεινόμενη μείωση των επιτρεπόμενων φορτίσεων (Πίνακες 4 και 7), κάτι που οδηγεί στην αναγκαιότητα κατανομής της ιλύος σε πολύ μεγαλύτερες εκτάσεις. Θα πρέπει πάντως να επισημανθεί ότι με τη διεύρυνση των δυνατοτήτων εδαφικής εφαρμογής προσφέρονται ως δυνητικοί αποδέκτες νέες εκτάσεις όπως δάση, χώροι ανάπλασης ή αναψυχής κλπ.

Ωστόσο στο τελευταίο σχέδιο εργασίας για τις ιλύες και τα βιοστερεά (2010), παρότι υιοθετείται η βασική αρχή της αποτροπής της συσσώρευσης των ρύπων στο έδαφος, εντούτοις προτείνονται οριακές τιμές για τα βαρέα μέταλλα στην ιλύ οι οποίες ταυτίζονται ουσιαστικά, πλην του μολύβδου η οποία είναι αυστηρότερη, με τα αρχικώς προβλεπόμενα όρια του σχεδίου αναθεώρησης του 2003, χωρίς ωστόσο πρόβλεψη σταδιακής μείωσης τους σε βάθος χρόνου.

Αντιστοίχως σε ό,τι αφορά στις οριακές τιμές των μετάλλων στο έδαφος, σε γενικές γραμμές υιοθετούνται οι προτάσεις τους αρχικού σχεδίου αναθεώρησης (2003) με ορισμένες τροποποιήσεις κυρίως σε ότι αφορά στα εδάφη με χαμηλό σχετικά pH ($5 \leq \text{pH} \leq 6$).

Οι παραπάνω διαφοροποιήσεις των οριακών συγκεντρώσεων που προτείνονται στο τελευταίο σχέδιο εργασίας (2010) σε σχέση με την αρχική σαφώς πιο αυστηρή προσέγγιση αναθεώρησης της Οδηγίας (2003), οφείλονται κατά βάση στην έλλειψη επιστημονικά τεκμηριωμένων στοιχείων για την σύνδεση της χρήσης ιλύος στη

γεωργία με περιβαλλοντική υποβάθμιση ή κινδύνους για τη δημόσια υγεία. Παράλληλα καταβάλλεται μία προσπάθεια ικανοποίησης της ευρέως εφαρμοζόμενης τάσης σε εθνικό επίπεδο των κρατών μελών, υιοθέτησης αυστηρότερων κριτηρίων για την αξιοποίηση της ιλύος στην γεωργία με ταυτόχρονη εξασφάλιση της οικονομικής βιωσιμότητας σχεδίων αξιοποίησης ιλύος.

Βασικό επίσης στοιχείο διαφοροποίησης του σχεδίου εργασίας του 2010 αποτελεί η αντιμετώπιση της ιλύος από κοινού με το οργανικό κλάσμα, που προέρχεται από τα αστικά στερεά απορρίμματα και η αλλαγή στη φιλοσοφία θεσμοθέτησης κριτηρίων ποιοτικής κατάταξης των προϊόντων που προέρχονται από την σταθεροποίηση των βιοποικοδομήσιμων απορριμμάτων και της ιλύος. Σύμφωνα με τη νέα αυτή προσέγγιση προτείνεται η υιοθέτηση ενός συστήματος τριών κατηγοριών ποιότητας για τα προϊόντα επεξεργασίας βιοαποικοδομήσιμων οργανικών αποβλήτων και ιλύος.

- Η πρώτη κατηγορία θα αφορά περιπτώσεις όπου η προέλευση των προεπεξεργασμένων οργανικών αποβλήτων και η εφαρμοζόμενη επεξεργασία έχουν ως αποτέλεσμα την παραγωγή ενός προϊόντος το οποίο θα μπορεί από άποψης ποιότητας να μην θεωρείται πλέον απόβλητο (EndofWaste) και συνεπώς θα μπορεί, καλύπτοντας τις προτεινόμενες προδιαγραφές ποιότητας να χρησιμοποιηθεί για αγροτική χρήση χωρίς απαιτήσεις ελέγχου και παρακολούθησης της χρήσης του.
- Η δεύτερη κατηγορία αφορά στα οργανικά εκείνα απόβλητα και ιλύες, η σύσταση των οποίων κατά βάση δεν επιτρέπει μετά την επεξεργασία τους την τήρηση των αυστηρών ορίων της πρώτης κατηγορίας. Ωστόσο ορίζονται οι ελάχιστες εκείνες οριακές τιμές, κάτω από τις οποίες θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στην γεωργία, αλλά υπό τις προϋποθέσεις καταλληλότητας των εδαφών και των τιθέμενων περιορισμών εφαρμογής και τις απαιτήσεις παρακολούθησης.
- Τέλος καθορίζεται μία τρίτη κατηγορία για βιοαποικοδομήσιμα στερεά, για τις περιπτώσεις εκείνες που δεν πληρούνται οι ελάχιστες οριακές τιμές της 2ης κατηγορίας, για την οποία δεν επιτρέπεται η χρήση στη γεωργία. Επιτρέπεται ωστόσο η θεσμοθέτηση εθνικών κριτηρίων και προδιαγραφών για την εφαρμογή αυτών των υλικών σε άλλες χρήσεις όπως αποκατάσταση εδαφών ή κατασκευαστικές εφαρμογές.

Η διεύρυνση των δυνατοτήτων εδαφικής εφαρμογής προϋποθέτει και την άρση των περιορισμών που επιβάλλει το μικροβιακό φορτίο. Έτσι ενθαρρύνεται η παραγωγή υγειονομοποιημένης ιλύος με υιοθέτηση κατάλληλων μεθόδων απολύμανσης

(υγειονομοποίησης) της ιλύος. Έτσι για πρώτη φορά, με αφορμή το Σχέδιο Οδηγίας (3rdDraft), εισάγεται ο διαχωρισμός σε προχωρημένη επεξεργασία (advanced treatment) και συμβατική (conventional treatment).

Ως μέθοδοι προχωρημένης επεξεργασίας (advancedtreatment) αναφέρονται :

- Ξήρανση με θερμοκρασία της λάσπης μεγαλύτερη από 80°C και μείωση του περιεχόμενου νερού κάτω από 10%, διατηρώντας την ενεργό δραστηριότητα του νερού (wateractivity) πάνω από 0,90 κατά την πρώτη ώρα της επεξεργασίας. Η ενεργός δράση (A_w) ορίζεται ως το μέτρο διαθεσιμότητας νερού στους μικρο- οργανισμούς και ισούται με το 1/100 της σχετικής υγρασίας στο σωματίδιο ιλύος και όχι το περιεχόμενο νερού του συνόλου της ιλύος. Στην πράξη βέβαια είναι πολύ δύσκολο να μετρηθεί αυτή η παράμετρος και έτσι δεν είναι μία κατάλληλη παράμετρος προς καθημερινή παρακολούθηση.
- Θερμοφιλική αερόβια σταθεροποίηση σε θερμοκρασία τουλάχιστον 55°C για 20 ώρες σε κλειστή (batch) διεργασία
- Θερμοφιλική αναερόβια χώνευση σε θερμοκρασία τουλάχιστον 53°C για 20 ώρες ως κλειστή (batch) διεργασία
- Θέρμανση της λάσπης για τουλάχιστον 30 λεπτά σε 70°C και κατόπιν μεσοφιλική αναερόβια χώνευση σε θερμοκρασία 35°C με μέσο χρόνο παραμονής 12 ημερών
- Επεξεργασία με ασβέστη σε pH 12,0 ή και άνω διατηρώντας τη θερμοκρασία του μίγματος τουλάχιστον 55°C για 2 ώρες
- Επεξεργασία με ασβέστη διατηρώντας το pH του μίγματος στο 12 ή παραπάνω για διάστημα 3 μηνών.

Κάθε μία από τις άνω προχωρημένες επεξεργασίες θα αξιολογείται ως προς μία \log_{10} μείωση του επιλεγμένου παθογόνου μικροοργανισμού δείκτη όπως *Salmonella*SenftenbergW775. Η επεξεργασμένη λάσπη δεν θα περιέχει *Salmonella*spp σε 50 g (υγρό βάρος) και επίσης η επεξεργασία θα επιτυγχάνει τουλάχιστον \log_{10} μείωση σε *EscherichiaColi* σε λιγότερο από 5×10^2 CFU/g.

Ως μέθοδοι συμβατικής επεξεργασίας (conventionaltreatment) ιλύος αναφέρονται :

- Θερμοφιλική αερόβια σταθεροποίηση σε θερμοκρασία τουλάχιστον 55°C με μέσο χρόνο παραμονής 20 ημέρες
- Θερμοφιλική αναερόβια χώνευση σε θερμοκρασία τουλάχιστον 53°C με μέσο χρόνο παραμονής 20 ημέρες
- Προσθήκη ασβέστη ώστε το ομοιόμορφο δείγμα λάσπης και ασβέστη να έχει pH άνω του 12 αμέσως μετά την προσθήκη του ασβέστη και να παραμείνει τουλάχιστον 12 για 24 ώρες
- Μεσοφιλική αναερόβια χώνευση σε θερμοκρασία 35°C με μέσο χρόνο παραμονής 15 ημέρες.
- Παρατεταμένος αερισμός στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος (*)
- Ταυτόχρονη αερόβια σταθεροποίηση σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (*)
- Αποθήκευση σε υγρή μορφή σε εξωτερική θερμοκρασία χωρίς προσθήκη ή αφαίρεση υλικού

(*)Ο ελάχιστος χρόνος της επεξεργασίας θα ορισθεί από τη διαχειριστική και υπεύθυνη αρχή λαμβάνοντας υπόψη τις κρατούσες κλιματολογικές συνθήκες στην περιοχή του έργου.

Οι συμβατικές μέθοδοι επεξεργασίας θα πρέπει να επιτυγχάνουν τουλάχιστον 2 log₁₀ μείωση σε όρους *EscherichiaColi*.

Στον Πίνακα 9 συνοψίζονται οι δυνατότητες και περιορισμοί χρήσης για τις δύο κατηγορίες υγειονοποιημένης ιλύος.

Πίνακας 9 Χρήσεις ιλύος ανάλογα με το βαθμό υγιεινοποίησης

Προορισμός προϊόντος	Προχωρημένη επεξεργασία	Συμβατική επεξεργασία
Βοσκότοποι	NAI	NAI, με βαθιά εισχώρηση (deepinjection) και όχι βόσκηση τις επόμενες 6 εβδομάδες
Φυτά για την τροφή ζώων (π.χ. τριφύλλι κ.ά)	NAI	NAI, όχι συγκομιδή τις επόμενες 6 εβδομάδες
Άγρονη γή	NAI	NAI, με βαθιά εισχώρηση (deepinjection) ή άμεση όργωση
Φρούτα και λαχανικά σε επαφή με το έδαφος	NAI	OXI, όχι συγκομιδή επί 12 μήνες μετά την εφαρμογή
Φρούτα και λαχανικά σε επαφή με το έδαφος που καταναλώνονται ωμά	NAI	OXI, όχι συγκομιδή επί 30 μήνες μετά την εφαρμογή
Οπωρώνες, αμπέλια, δενδρώδεις καλλιέργειες, αναδασώσεις	NAI	NAI, με βαθιά εισχώρηση (deepinjection) και απαγόρευση πρόσβασης κοινού για 10 μήνες μετά την
Πάρκα, χώροι πρασίνου, Κήποι αστικών περιοχών όπου υπάρχει πρόσβαση κοινού	NAI, μόνο καλά σταθεροποιημένη και ελεύθερη οσμών	OXI
Δάση*	OXI	OXI
Ανάκτηση γής	NAI	NAI, απαγόρευση πρόσβασης κοινού για 10 μήνες μετά την εφαρμογή

* Ορισμός δάσους κατά το Σχέδιο Οδηγίας είναι η έκταση με κάλυψη στέματος δένδρων άνω του 20%. Εκτάσεις με δένδρα άνω των 7,0 m ικανά για την παραγωγή ξύλου.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να επισημανθεί ότι η προσέγγιση σε ότι αφορά στις προδιαγραφές υγιεινοποίησης της ιλύος και των βιοστερεών στο σχέδιο εργασίας του 2010 διαφοροποιείται ελαφρώς από την παραπάνω φιλοσοφία, καθώς οι δυνατότητες χρήσης των υλικών αυτών δεν κατηγοριοποιούνται ως προς το βαθμό υγιεινοποίησής τους, αλλά κατά βάση ως προς την περιεκτικότητα σε βαρέα μέταλλα και τα χαρακτηριστικά προέλευσής τους (κυρίως σε ότι αφορά το οργανικό κλάσμα από ΑΣΑ). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ηπιότερη περιγραφή προδιαγραφών υγιεινοποίησης με κύριο στόχο την επίτευξη ενός επιθυμητού βαθμού μείωσης των παθογόνων μικροοργανισμών. Σύμφωνα με τον στόχο αυτό η επεξεργασμένη ιλύς δεν θα πρέπει να περιέχει *Salmonella* σε 25-50 g (υγρό βάρος) και επίσης η επεξεργασία θα επιτυγχάνει μείωση σε *Escherichia Coli* σε λιγότερο από 5x10⁵ CFU/g. Οι εν λόγω στόχοι δεν συνδέονται άμεσα με πρότυπες μεθόδους επεξεργασίας, παρά μόνο με την μέθοδο της κομποστοποίησης, γεγονός που αποδίδεται στην ενιαία προσέγγιση που επιχειρείται για την ιλύ και τα οργανικά υλικά των ΑΣΑ. Ειδικότερα σε ότι αφορά στην κομποστοποίηση, τίθενται οι εξής ελάχιστες προδιαγραφές:

- Κομποστοποίηση σε σειράδια όπου θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι στο μίγμα διατηρείται θερμοκρασία τουλάχιστον 55 °C για τουλάχιστον τέσσερις ώρες μεταξύ διαδοχικών αναμοχλεύσεων με τρεις τουλάχιστον αναμοχλεύσεις
- Κομποστοποίηση σε αντιδραστήρα όπου θα πρέπει να εξασφαλίζεται ότι στο μίγμα διατηρείται θερμοκρασία τουλάχιστον 55 °C για τουλάχιστον τέσσερις ώρες

Επιπρόσθετα τίθενται κριτήρια ως προς την σταθεροποίηση της ιλύος, η οποία θα μπορεί να ελέγχεται επί τη βάση του επιταχυνόμενου ποσοστού μείωσης των οργανικών στερεών (>38% μείωση VS) ή του OUR το οποίο προτείνεται να είναι μικρότερο από 1.5 mg/h/gTS.

Στα πλαίσια εκσυγχρονισμού και επέκτασης του θεσμικού πλαισίου στην Ελλάδα για την αξιοποίηση της ιλύος που παράγεται στους βιολογικούς καθαρισμούς, έχει προταθεί η τροποποίηση της ισχύουσας σχετικής νομοθεσίας (ΚΥΑ 80568/4225/1991 (Β'641), με σαφή στόχο την σύγκλιση με την παραπάνω περιγραφείσα ευρωπαϊκή τάση αυστηροποίησης των όρων και προϋποθέσεων για την εφαρμογή της ιλύος στην γεωργία.

Συγκεκριμένα, με το προτεινόμενο σχέδιο «Μέτρα, όροι και διαδικασίες για τη χρησιμοποίηση της ιλύος που προέρχεται από επεξεργασία οικιακών και αστικών λυμάτων καθώς και ορισμένων υγρών αποβλήτων, σε συμμόρφωση προς τις διατάξεις της οδηγίας 86/278/ΕΟΚ του συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων» επιχειρούνται τα εξής:

1. Επέκταση του πεδίου εφαρμογής του υφιστάμενου θεσμικού πλαισίου πέραν της γεωργίας, παρέχοντας τη δυνατότητα αξιοποίησης της ιλύος και στη δασοκομία, στο αστικό και περιαστικό πράσινο και στις αναπλάσεις χώρων.

2. Δημιουργία δύο κατηγοριών επεξεργασμένης ιλύος με συγκεκριμένες προϋποθέσεις επεξεργασίας και τρόπων χρησιμοποίησης για κάθε κατηγορία.

3. Υιοθέτηση αυστηρών και ολοκληρωμένων προτύπων, με βάση την πρόσφατη ελληνική και διεθνή εμπειρία και γνώση και την εξέλιξη της τεχνολογίας.

4. Ρύθμιση θεμάτων σχετικών με τον καταμερισμό ευθυνών και τις απαιτούμενες αδειοδοτήσεις, σε συνάφεια με τον εκσυγχρονισμό του περιβαλλοντικού νομοθετικού πλαισίου.

Οι βασικές προδιαγραφές του προτεινόμενου σχεδίου αναθεώρησης της ΚΥΑ 80568 συνοψίζονται στους πίνακες 10 έως 13, που ακολουθούν.

Πίνακας 10. Μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις μετάλλων στην ιλύ για εδαφική εφαρμογή (Σχέδιο αναθεώρησης της ΚΥΑ 80568)

<i>Μέταλλο</i>	<i>Μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση (mg/kg ξηράς ουσίας)</i>
Cd	5
Cr (ολικό)	500
Cu	800
Hg	5
Ni	200
Pb	500
Zn	2500

Πίνακας 11. Μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις μετάλλων στο έδαφος ώστε να επιτρέπεται εδαφική διάθεση ιλύος. Δεν επιτρέπεται η εδαφική διάθεση σε εδάφη με τιμές pH μικρότερες του 5 (Σχέδιο αναθεώρησης της ΚΥΑ 80568)

pH εδάφους	5 ≤ pH ≤ 6	6 ≤ pH ≤ 7	pH ≥ 7
Μέταλλο	mg/kg ξηράς ουσίας		
Cd	0,5	1	1,5
Cr (ολικό)	50	75	100
Cu	40	50	100
Hg	0,2	0,5	1
Ni	30	50	70
Pb	50	70	100
Zn	100	150	200

Πίνακας 12. Μέγιστες επιτρεπόμενες φορτίσεις μετάλλων στο έδαφος από την εδαφική διάθεση ιλύος (Σχέδιο αναθεώρησης της ΚΥΑ 80568)

Μέταλλο	kg/ha/έτος
Cd	0,015
Cr (ολικό)	3
Cu	3
Hg	0,01
Ni	0,75
Pb	1
Zn	7,5

Πίνακας 13. Μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις οργανικών ουσιών στην ιλύ για εδαφική εφαρμογή

Οργανική ένωση	Μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση (mg/kg ξηράς ουσίας)
AOX1	500
PCB2	0,8
Διοξίνες	(ng TE4/kg ξηράς ουσίας)
PCDD/F3	100

1.Άθροισμα αλογονομένων οργανικών ενώσεων

2.Άθροισμα των πολυχλωριωμένων διφαινυλίων υπ. αριθμ. 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180

3.Πολυχλωριωμένες διβενζοδιοξίνες/διβενζοφουράνια

4.Ισοδύναμη τοξικότητα

Από τα παραπάνω γίνεται σαφές ότι το εθνικό θεσμικό πλαίσιο για την αξιοποίηση της ιλύος στην γεωργία κινείται προς την κατεύθυνση της αυστηροποίησης των μέχρι σήμερα ισχυουσών προδιαγραφών και υιοθετεί πλήρως την αρχή «μηδενικής συσσώρευσης» σε εναρμόνιση των γενικότερων ευρωπαϊκών τάσεων.

Θα πρέπει να επισημανθεί δε, σε ό,τι αφορά στα βαρέα μέταλλα ότι οι προτεινόμενες οριακές τιμές στις περισσότερες των περιπτώσεων (εκτός μολύβδου και ψευδαργύρου) είναι χαμηλότερες από τις προτεινόμενες οριακές τιμές στο σχέδιο εργασίας του 2010. Για τις μικροοργανικές ενώσεις, ως ιδιαίτερης σημασίας αξιολογούνται οι AOX, PCB και PCDD/F, για τις οποίες προτείνονται οριακές τιμές ανάλογες του σχεδίου εργασίας του 2003.

Επίσης θα πρέπει να επισημανθεί ότι η φιλοσοφία της προτεινόμενης αναθεώρησης της ΚΥΑ ακολουθεί την αρχή κατηγοριοποίησης της ιλύος ως προς τον βαθμό της επιταχυνόμενης υγειονομοποίησης σε δύο κατηγορίες (συμβατική και προχωρημένη) με αντίστοιχες δυνατότητες και περιορισμούς αξιοποίησης, σε αντίθεση με την προωθούμενη προσέγγιση του πρόσφατου σχεδίου εργασίας για τις ιλύες και τα βιοστερεά (2010), όπου ο βασικός διαχωρισμός αφορά κυρίως στα βαρέα μέταλλα και όχι στο βαθμό υγειονομοποίησης, ο οποίος ωστόσο θα πρέπει να εξασφαλίζεται σε κάθε περίπτωση.

A.4 ΣΥΝΤΟΜΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Η υφιστάμενη Εγκατάσταση Επεξεργασίας Λυμάτων της πόλης της Ορεστιάδας αποτελείται από τις παρακάτω επιμέρους μονάδες:

1. Φρεάτιο εισόδου και αρχική εσχάρωση των λυμάτων
2. Αντλιοστάσιο αρχικής ανύψωσης των λυμάτων εξοπλισμένο με κοχλίες Αρχιμήδη
3. Μονάδα μηχανικής εσχάρωσης
4. Δεξαμενές εξάμμωσης
5. Αντλιοστάσιο ενδιάμεσης ανύψωσης λυμάτων ως ενιαίο οικοδομικό συγκρότημα με τα του αντλιοστασίου ανακυκλοφορίας ιλύος
6. Μονάδα απολίπανσης ως ενιαίο οικοδομικό συγκρότημα με τα του μεριστού διανομής δεξαμενών αερισμού
7. Δεξαμενές αερισμού τεχνολογίας “Carrousel 2000”
8. Μεριστής δεξαμενών δευτεροβάθμιας καθίζησης
9. Δεξαμενές δευτεροβάθμιας καθίζησης
10. Μονάδα χημικής κροκίδωσης – αποφωσφόρωσης (2 σταδίων)
11. Μονάδα φίλτρανσης
12. Μονάδα μέτρησης παροχής των λυμάτων
13. Μονάδα απολύμανσης με υπεριώδη ακτινοβολία (UV)
14. Αντλιοστάσιο ανακυκλοφορίας ενεργού ιλύος
15. Αντλιοστάσιο απαγωγής περίσσειας ενεργού ιλύος
16. Μονάδα μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης ιλύος με διάταξη συλλογής και απομάκρυνσης της αφυδατωμένης ιλύος
17. Μονάδα υποδοχής και προεπεξεργασίας βοθρολυμάτων
18. Μονάδα απόσμησης
19. Κτίριο Διοίκησης και βοηθητικά κτίρια
20. Αυτοματισμοί και συστήματα ελέγχου
21. Έργα υποδομής

Τα Έργα Υποδομής του έργου, περιλαμβάνουν:

- Δίκτυο ύδρευσης και άρδευσης
- Δίκτυο βιομηχανικού νερού
- Δίκτυο στραγγιδίων
- Δίκτυο εκκενώσεων δεξαμενών
- Δίκτυο αποχέτευσης ακαθάρτων
- Δίκτυο πυρόσβεσης
- Δίκτυο ομβρίων
- Εξωτερικό φωτισμό των εγκαταστάσεων
- Δενδροφύτευση και Περίφραξη
- Πύλη εισόδου των εγκαταστάσεων
- Πλήρες δομημένο οικοδομικό συγκρότημα
- Κτίριο Διοίκησης
- Κτίριο αποθήκη – συνεργείο
- Κτίριο υποσταθμού ηλεκτρικής ενέργειας
- Κτίρια επί των μονάδων επεξεργασίας (κοχλίες αρχικής ανύψωσης, εσχάρωσης)
- Κτίριο μονάδας απολύμανσης
- Κτίριο πάχυνσης – αφυδάτωσης

A.5. ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ

Η μονάδα ηλιακής ξήρανσης, προτείνεται να χωροθετηθεί στο ίδιο γήπεδο που είναι εγκατεστημένες οι υπόλοιπες Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων, στον ελεύθερο χώρο που υπάρχει ανατολικά από αυτές. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται η ευχερής κίνηση των φορτηγών οχημάτων για την μεταφορά αφυδατωμένης ιλύος, ελαχιστοποιείται η απόσταση μεταφοράς της προς τη μονάδα ηλιακής ξήρανσης, ενώ ταυτόχρονα δεν επιβαρύνονται με αυτές τις δραστηριότητες οι υπόλοιπες δραστηριότητες των εγκαταστάσεων.

B. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ

B.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η επεξεργασία της ιλύος αποσκοπεί στην μείωση του όγκου για ευκολότερη μεταφορά και διάθεση, στην καταστροφή των παθογόνων μικροοργανισμών και στη μείωση του ρυπαντικού φορτίου και των οσμών, για ασφαλέστερη διάθεση.

Η επεξεργασία της βιολογικής ιλύος θα πρέπει να επιτυγχάνει τουλάχιστον:

- ◆ τη μείωση της ζύμωσης των σηπτικών συστατικών της βιολογικής ιλύος,
- ◆ μείωση των οσμών
- ◆ μείωση των παθογόνων μικροοργανισμών

Επιπλέον κρίνεται σκόπιμο η επεξεργασία να επιτυγχάνει επίσης τα παρακάτω χαρακτηριστικά τα οποία διευκολύνει τις διαδικασίες διαχείρισης της βιολογικής ιλύος:

- ◆ μείωση της υγρασίας (βάρους)
- ◆ βελτίωση των μηχανικών της χαρακτηριστικών

B.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΥΔΑΤΩΜΕΝΗΣ ΙΛΥΟΣ

Στη συνέχεια εξετάζονται οι συνηθέστερες μέθοδοι επεξεργασίας της αφυδατωμένης ιλύος από Εγκαταστάσεις επεξεργασίας αστικών λυμάτων που είναι:

- ξήρανση (θερμική ή ηλιακή)
- επεξεργασία με ασβέστη
- κομποστοποίηση

B.2.1 ΞΗΡΑΝΣΗ

B.2.1.1 ΗΛΙΑΚΗ ΞΗΡΑΝΣΗ ΤΗΣ ΙΛΥΟΣ

Περιγραφή της μεθόδου

Η πιο οικονομική και φιλική προς περιβάλλον μέθοδος απομάκρυνσης νερού από την ιλύ είναι η ηλιακή ξήρανση. Η μέθοδος αυτή προτιμάται για εγκαταστάσεις που παρουσιάζουν μικρή δυναμικότητα, εποχικές διακυμάνσεις στην παραγωγή ιλύος και βρίσκονται σε περιοχές με μεγάλης διάρκειας ηλιοφάνεια.

Η ηλιακή ξήρανση αποτελεί μια απλή μέθοδο και βασίζεται στην επαφή του συνεχώς ανανεώσιμου αέρα και της ιλύος. Η ιλύς διαστρώνεται σε μια επιφάνεια από μπετόν και αναδεύεται μηχανικά, κάτω από ένα θερμοκήπιο. Η ιλύς θερμαίνεται μέχρι, εντός του θερμοκηπίου, να εξασφαλισθεί η θερμοκρασία εξάτμισης του νερού από την επιφάνεια της. Ο αέρας παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην απομάκρυνση του νερού διότι κατά την είσοδο του στο θερμοκήπιο αναθερμαίνεται, αποκτώντας μεγάλη δυναμικότητα προσρόφησης νερού και διευκολύνοντας τη μεταφορά του νερού που εξατμίζεται.

Τα θερμοκήπια αποτελούν κατασκευές από γαλβανισμένη ατσάλινη κατασκευή υποστήριξης και καλυπτόμενες είτε από πολυμερές είτε από γυαλί. Εσωτερικά, τα θερμοκήπια περιέχουν αισθητήρες καταγραφής των παραμέτρων παρακολούθησης (εσωτερικά και εξωτερικά) του θερμοκηπίου. Οι αισθητήρες αυτοί είναι υπεύθυνοι για τη ρύθμιση της ταχύτητας του αέρα στην επιφάνεια της ιλύος μέσω των ανεμιστήρων που είναι τοποθετημένοι εντός του θερμοκηπίου.

Η ανάδευση και ο αερισμός της ιλύος είναι απαραίτητος για την εξασφάλιση μιας ικανοποιητικής ταχύτητας ξήρανσης, μιας αποτελεσματικής ομογενοποίησης και αποφυγής σχηματισμού αναερόβιων ζωνών (ανάπτυξη δυσάρεστων οσμών). Η ανάδευση στα θερμοκήπια πραγματοποιείται με διάφορους τρόπους. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι η χρήση ρομπότ, κινούμενων οχημάτων ή μηχανισμών στερεωμένων στα τοιχία του θερμοκηπίου. Οι τελευταίοι αυτοί μηχανισμοί κινούνται παράλληλα στο δάπεδο του θερμοκηπίου και ταυτόχρονα περιστρέφονται αναδεύοντας την ιλύ.

Επιπλέον, τα θερμοκήπια μπορεί να ελέγχονται από κεντρικό σύστημα αυτοματισμού. Το σύστημα αυτό έχει την δυνατότητα να παρακολουθεί μια σειρά από παραμέτρους εσωτερικά και εξωτερικά του θερμοκηπίου, (θερμοκρασία, σχετική υγρασία, ταχύτητα του αέρα, ηλιακή ακτινοβολία κ.α.) και να ρυθμίζει την λειτουργία των διαφόρων μηχανημάτων (π.χ. εξαερισμός σύστημα ανάδευσης κ.α.) με σκοπό την επίτευξη των βέλτιστων συνθηκών λειτουργίας και απόδοσης της εγκατάστασης.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί, πρώτον, ότι το ποσοστό απομάκρυνσης του νερού από την ιλύ με τη μέθοδο της ξήρανσης είναι τουλάχιστον 75% το οποίο μεταφράζεται σε μείωση του όγκου των προς διάθεση βιοστερεών κατ' ελάχιστο σε 1/3 του αρχικού. Δεύτερον, η ιλύς υγιεινοποιείται και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εδαφοβελτιωτικό εξαιτίας της ανάπτυξης θερμοκρασιών άνω των 50°C (μέθοδος είδη εφαρμοζόμενη στην Καλιφόρνια των Η.Π.Α). Τέλος, η υψηλή θερμογόνο δύναμη των βιοστερεών, τα καθιστά κατάλληλα για την χρήση τους ως καύσιμα σε επακόλουθη θερμική επεξεργασία.

Παράλληλα με όλα αυτά δεν πρέπει να παραλειφθεί το κόστος της μεθόδου της ηλιακής ξήρανσης. Με δεδομένο ότι η ηλιακή ακτινοβολία είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας τόσο το κόστος επένδυσης της όσο και το κόστος λειτουργίας και συντήρησης της είναι χαμηλό. Η απλή και πλήρως αυτοματοποιημένη λειτουργία της καθώς και η εύκολη αναβάθμισή της είναι μερικά από τα πλεονεκτήματα της ηλιακής ξήρανσης.

Επομένως συμπεραίνεται ότι η ηλιακή ξήρανση αποτελεί μια οικονομική αλλά και φιλική για το περιβάλλον μέθοδο επεξεργασίας της ιλύος. Η αποδοτικότητα της μεθόδου αυτής αναμένεται υψηλή σε μια χώρα με ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες όπως η Χώρα μας.

Αποτελεσματικότητα της μεθόδου

Η ηλιακή ξήρανση επιτυγχάνει σημαντική μείωση του όγκου της ιλύος (αύξησης του στερεού κλάσματος), αποκλειστικά μέσω της ηλιακής ενέργειας, χωρίς τη χρήση πρόσθετων υλικών.

Η ηλιακή ξήρανση της ιλύος εξαρτάται από της παρακάτω παράγοντες:

- την διάρκεια και ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας.
- την υγρασία του αέρα εντός της εγκατάστασης.
- την ταχύτητα του αέρα πάνω από την ιλύ.
- τη θερμοκρασία της ιλύος.
- τη θερμοκρασία του αέρα εντός της εγκατάστασης.

B.2.1.2 ΘΕΡΜΙΚΗ ΞΗΡΑΝΣΗ ΤΗΣ ΙΛΥΟΣ

Περιγραφή της μεθόδου

Η θερμική ξήρανση της ιλύος συνίσταται στην προσφορά θερμικής ενέργειας με σκοπό:

- τη μείωση του όγκου της ιλύος, μέσω της μείωσης της ποσότητας νερού.
- τη σταθεροποίηση και απολύμανση της μέσα από τη θερμική καταστροφή των παθογόνων.
- τη μείωση του κόστους μεταφοράς της μέσα από τη μείωση του βάρους της
- την αύξηση της θερμογόνου ικανότητας της μέσα από την αφαίρεση του νερού

Σε δείκτες απόδοσης, η μέθοδος θα πρέπει να επιτυγχάνει:

- ελάχιστο βαθμό ξήρανσης, > 90%
- θερμοκρασία μεγαλύτερη από 80°C
- ενεργότητα νερού >0.9 κατά την πρώτη ώρα της επεξεργασίας

Η θερμότητα μπορεί να μεταφερθεί στην ιλύ με άμεσο (διοχέτευση θερμού αέρα) ή έμμεσο τρόπο (επαφή της ιλύος με θερμές επιφάνειες). Οι μέσες ενεργειακές απαιτήσεις της ξήρανσης για την επίτευξη υγρασίας <10% είναι της τάξης των 300 kWh/tn DS βιολογικής ιλύος. Αν αυτή προέρχεται από καύση diesel είτε άμεσα ως κύριο καύσιμο είτε έμμεσα όταν η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από γεννήτριες diesel (όπως στην Κρήτη και στα περισσότερα νησιά στη Ελλάδα), τότε απαιτούνται 120 lt/tn DS βιολογικής ιλύος.

Αποτελεσματικότητα της μεθόδου

Οι παραπάνω μέθοδοι ξήρανσης επιτυγχάνουν τις προδιαγραφές για ασφαλή διάθεση στην γεωργία.

B.2.2 ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΗΣ ΙΛΥΟΣ ΜΕ ΑΣΒΕΣΤΗ

Ένας άλλος αποτελεσματικός τρόπος σταθεροποίησης της ιλύος και απαλλαγής της από δυσσομίες και από παθογόνους μικροοργανισμούς, είναι η χημική μέθοδος της επεξεργασίας με άσβεστο (CaO) σε αναλογία περίπου 10-20 kg/m³. Με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται συνθήκες πρόκλησης εξώθερμης αντίδρασης, η οποία έχει ως αποτέλεσμα, την απότομη αύξηση του pH (11,5 – 12), οπότε αδρανοποιούνται οι μικροοργανισμοί, και την απότομη αύξηση της θερμοκρασίας (52°C περίπου), οπότε προκαλείται τεχνητή ξήρανση της ιλύος. Εκτός από την υγιεινοποίηση, ο χειρισμός αυτός βελτιώνει την ικανότητα της ιλύος για διασπορά, βελτιώνοντας σημαντικά τη δομή της, τη λιπασματική της ικανότητα και τη δυνατότητα γεωργικής της αξιοποίησης.

Αποτελεσματικότητα της μεθόδου

Η ασβεστοποίηση ως μέθοδος επεξεργασίας θεωρείται αποτελεσματική και αξιόπιστη μέθοδος. Το παραγόμενο προϊόν ασβεστοποιημένης ιλύος είναι υγειονομικά ασφαλές. Εκτός από την επίτευξη της ζητούμενης σταθεροποίησης, συντελεί στη βελτίωση της συνοχής και την αύξηση της πυκνότητας της βιολογικής ιλύος με αποτέλεσμα να διευκολύνεται η μετέπειτα διαχείριση της.

Η μέθοδος αυτή παρέχει τη δυνατότητα πολλαπλών επιλογών ως προς την επόμενη φάση αξιοποίησης διάθεσης. Η επεξεργασμένη ιλύς μπορεί να οδηγείται προς τη γεωργία, τη δασοκομία, για καύση, πυρόλυση, έως και για τη περιβαλλοντικά χειρίστη των επιλογών, τη διάθεση σε ΧΥΤΑ.

Ειδικά για την αξιοποίηση στη γεωργία και τα δάση, θα πρέπει να αποφεύγεται η εφαρμογή σε μη όξινα εδάφη.

Ειδικά για τη διάθεση σε ΧΥΤΑ θα πρέπει να δίδεται προσοχή στα μηχανικά χαρακτηριστικά της για την αντιμετώπιση προβλημάτων που σχετίζονται με τη φέρουσα ικανότητα και την ευστάθεια των πρανών.

B.2.3 ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΙΛΥΟΣ

Με την κομποστοποίηση προκαλείται, μέσω ελεγχόμενων μικροβιακών δράσεων, η ελάττωση της περιεκτικότητας της ιλύος σε εύκολα αποδομήσιμη οργανική ουσία, σε τρόπον ώστε αυτή να μη συνιστά πλέον κατάλληλο θρεπτικό υλικό για την ανάπτυξη μικροοργανισμών. Οι μικροβιακές δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στη σταθεροποιημένη ιλύ προχωρούν με αργό ρυθμό και δεν παράγουν δυσάρεστες οσμές. Η κομποστοποίηση της ιλύος αποσκοπεί κυρίως στη σταθεροποίηση, στην υγιεινοποίηση και στη μείωση του όγκου της.

Αποτελεσματικότητα της μεθόδου

Η αποτελεσματικότητα της μεθόδου της κομποστοποίησης, σχετίζεται με τις φυσικοχημικές ιδιότητες του υλικού προς κομποστοποίηση, τα επίπεδα οξυγόνου, την περιεκτικότητα σε υγρασία, τη θερμοκρασία και το χρόνο κομποστοποίησης.

Για την επίτευξη των χαρακτηριστικών για ασφαλή διάθεση στη γεωργία, απαιτείται παραμονή του κόμποστ σε θερμοκρασία $>60^{\circ}\text{C}$ για τουλάχιστον 5 ημέρες.

B.2.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των κυριότερων τρόπων επεξεργασίας της ιλύος παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

ΜΕΘΟΔΟΣ		
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
<i>ΘΕΡΜΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 70% μείωση του όγκου ▪ αποτελεσματική υγειονομοποίηση ▪ μικρή σχετικά έκταση ▪ ευελιξία διάθεσης προϊόντος 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ υψηλή δαπάνη κατασκευής ▪ υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις κατά την λειτουργία ▪ απαίτηση εξειδικευμένου προσωπικού ▪ πιθανή πρόκληση οσμών, σκόνης και ανάφλεξης
<i>ΗΛΙΑΚΗ ΞΗΡΑΝΣΗ</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ σημαντική μείωση του όγκου (40 – 75%) ▪ υγειονομοποίηση ▪ δυνατότητα χρήσης ως εδαφοβελτιωτικού ▪ μεγάλη θερμογόνος δύναμη – καύσιμο 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ εκτατική μέθοδος επεξεργασίας ▪ πιθανά προβλήματα διαχείρισης
<i>ΑΣΒΕΣΤΟΠΟΙΗΣΗ</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ αποτελεσματική υγειονομοποίηση ▪ μικρή έκταση ▪ χαμηλό κόστος κατασκευής ▪ λειτουργική απλότητα ▪ δυνατότητα άμεσης εκκίνησης η διακοπής 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ αύξηση του όγκου (15-20%) ▪ υψηλό κόστος λειτουργίας λόγω προσθήκης χημικών ▪ δημιουργία οσμών κατά την διάθεση ▪ κρίσιμη η διαδικασία ανάμιξης ▪ όχι μόνιμη λύση
<i>ΚΟΜΠΟΣΤΟΠΟΙΗΣΗ</i>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ευέλικτη μέθοδος επεξεργασίας αρθρωτή και εύκολα επεκτάσιμη ▪ υγειονομοποίηση ▪ κατάλληλο για χρήση στη γεωργία ▪ προοπτικές εμπορευσιμότητας ▪ όχι εξειδικευμένο προσωπικό 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ υψηλή δαπάνη κατασκευής ▪ υψηλό κόστος λειτουργίας λόγω χρήσης πρόσθετων υλικών ▪ αργός ρυθμός διαδικασίας ▪ πλήθος απρόβλεπτων παραγόντων που δυσχεραίνουν τον έλεγχο της διαδικασίας

B.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ – ΕΠΙΛΟΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΦΥΔΑΤΩΜΕΝΗΣ ΙΛΥΟΣ

Εξετάζοντας τις παραπάνω μεθόδους επεξεργασίας αφυδατωμένης ιλύος καταλήγουμε στα εξής συμπεράσματα:

- Η ασβεστοποίηση δίνει τελικό προϊόν το οποίο έχει μειωμένο μεν αλλά αρκετά μεγάλο ποσοστό υγρασίας, τα εδάφη που μπορεί να διατεθεί θα πρέπει να έχουν χαμηλό pH, υπάρχει αρκετά μεγάλη πιθανότητα να αναπτυχθούν οσμές κατά την εφαρμογή του, και το πιο σημαντικό είναι ότι το κόστος λειτουργίας μιας μονάδας ασβεστοποίησης είναι αρκετά μεγάλο λόγω της προσθήκης του ασβέστη. Γενικά η ασβεστοποίηση χρησιμεύει κυρίως για προσωρινή λύση μέχρι να βρεθεί καλύτερος τρόπος επεξεργασίας.
- Η κομποστοποίηση είναι μέθοδος μεσαίου κόστους επένδυσης και λειτουργίας, κατεξοχήν βιώσιμη, αφού είναι βιοχημική διεργασία που οδηγεί σε αξιοποιήσιμο τελικό προϊόν συνεισφέροντας στη διάσωση των φυσικών πόρων, όμως **μόνο υπό προϋποθέσεις:**
 - 1) Η απόλυτη απαίτηση για υπόστρωμα με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά σε ποσότητες μέχρι και 100% της ποσότητας της προς επεξεργασία ιλύος, είναι ένα σημαντικό πρόβλημα, αφού αν δε διασφαλιστεί η διαθεσιμότητα του υποστρώματος από φυτικά υπολείμματα, θα πρέπει να αγοράζονται μεγάλες ποσότητες πριονίδι ή άχυρο.
 - 2) Θα πρέπει να έχει εξασφαλιστεί και η πώληση του παραγόμενου προϊόντος και δυστυχώς η εμπειρία στην Ελλάδα έως τώρα έχει δείξει ότι η διαμόρφωση οργανωμένης αγοράς για τη διάθεση του τελικού προϊόντος (κομπόστ) είναι ιδιαίτερα προβληματική.
 - 3) Υπάρχουν απρόβλεπτοι παράγοντες (όπως πολύ μεγάλη υγρασία ή πολύ λίγη υγρασία) που δυσκολεύουν την διαδικασία και μπορεί να προκαλέσουν μέχρι και τη διακοπή της.
- Η θερμική ξήρανση παράγει ένα πολύ καλό προϊόν, αλλά τα εξαιρετικά μεγάλα κόστη κατασκευής και λειτουργίας όπως επίσης η απαίτηση για εξειδικευμένο προσωπικό την καθιστούν απαγορευτική για μικρές και μεσαίες μονάδες όπως της Ορεστιάδας.
- Η ηλιακή ξήρανση εμφανίζει συγκριτικά πλεονεκτήματα, αφού έχει μεσαίο κόστος επένδυσης και ιδιαίτερα χαμηλό λειτουργικό κόστος, πολύ χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις και είναι μέθοδος με απλότητα στη λειτουργία. Δε χρειάζονται ειδικές αδειοδοτήσεις καθώς δεν υπάρχουν αέριες ή υγρές εκπομπές. Επίσης, αποτελεί περιβαλλοντικώς ορθή λύση εφόσον εκμεταλλεύεται την ηλιακή ενέργεια δηλαδή μία κατ' εξοχήν ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, και άρα είναι μέθοδος πολύ χαμηλής περιβαλλοντικής όχλησης. **Είναι μέθοδος αρθρωτή και απλή στην κατασκευή της και άρα άμεσα εφαρμόσιμη.** Το μόνο μειονέκτημα της μεθόδου είναι η απαίτηση για μεγάλες

εκτάσεις. Σε περιπτώσεις που οι εκτάσεις αυτές είναι διαθέσιμες, η μέθοδος είναι η πιο κατάλληλη.

Από τα παραπάνω καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι για την περίπτωση στις Ορεστιάδας προσηφορότερη είναι η μέθοδος της Ηλιακής Ξήρανσης.

Γ. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΙΛΥΟΣ – ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Γ.1 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΦΥΔΑΤΩΣΗΣ ΙΛΥΟΣ

Η απομάκρυνση της περίσσειας ιλύος γίνεται μέσω δύο αντλιοστασίων (ένα για την κάθε μια δεξαμενή καθίζησης), τα οποία αποτελούνται από δύο αντλίες θετικής εκτόπισης (εκ των οποίων η μία είναι εφεδρική). Η περίσσεια ιλύς οδηγείται στη μονάδα μηχανικής πάχυνσης – αφυδάτωσης, η οποία στεγάζεται σε κλειστό κτίριο.

Η μονάδα αποτελείται από :

- Τρεις (2+1 εφεδρική) αντλίες τροφοδοσίας ιλύος
- Συγκρότημα παρασκευής πολυηλεκτρολύτη.
- Τρεις (2+1 εφεδρική) κοχλιωτές αντλίες για τη δοσομέτρηση του πολυηλεκτρολύτη.
- 2 τράπεζες πάχυνσης ιλύος.
- 2 ταινιοφιλτρόπρεσσες αφυδάτωσης ιλύος.
- Τρεις (2+1 εφεδρική) αντλίες πλύσης για τις ταινιοφιλτρόπρεσσες
- Διάταξη οριζόντιου και κεκλιμένου κοχλία για τη συλλογή και απομάκρυνση της αφυδατωμένης ιλύος.

Η μονάδα καλύπτει τις ανάγκες αφυδάτωσης της περίσσειας ιλύος λειτουργώντας σε μία βάρδια ημερησίως και πέντε ημέρες εβδομαδιαίως.

Η παραγόμενη αφυδατωμένη ιλύς οδηγείται με τη διάταξη των μεταφορικών κοχλιών εκτός του κτιρίου και συλλέγεται σε φορτηγό μεταφοράς.

Σημειώνεται ότι πριν την κατασκευή της μονάδας Ξήρανσης, θα εγκατασταθεί φυγοκεντρική μονάδα αφυδάτωσης.

Γ.2 ΜΟΝΑΔΑ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΙΛΥΟΣ

Γ.2.1 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΙΛΥΟΣ

Η ηλιακή ξήρανση βασίζεται στην επαφή, μέσα σε ένα θερμοκήπιο, του συνεχώς ανανεώσιμου αέρα με την ιλύ που είναι διαστρωμένη σε μια πλάκα από μπετόν και αναδύεται μηχανικά. Η ιλύς θερμαίνεται μέσα στο θερμοκήπιο και η ξήρασή της επιτυγχάνεται με την εξάτμιση του νερού από την επιφάνειά της. Ο αέρας είναι ο φορέας απομάκρυνσης του νερού ο οποίος καθώς αναθερμαίνεται με την είσοδό του στο θερμοκήπιο αποκτά μεγάλη δυναμικότητα προσρόφησης νερού, διευκολύνοντας έτσι την μεταφορά του τελευταίου καθώς εξατμίζεται.

Η ιλύς θα μεταφέρεται στην εγκατάσταση με τη βοήθεια φορτηγών που θα αδειάζουν σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο υποδοχής. Από εκεί η ιλύς θα μεταφέρεται εντός του θερμοκηπίου με τη βοήθεια φορτωτή. Τόσο ο χώρος υποδοχής όσο και ο διάδρομος κίνησης του φορτωτή βρίσκονται μέσα σε κλειστό χώρο εντός του θερμοκηπίου. Με τον τρόπο αυτό ελαχιστοποιείται η έκλυση οσμών στον περιβάλλον χώρο.

Η ιλύς παραμένει εντός του θερμοκηπίου συνεχώς προωθούμενη μέχρι να ολοκληρωθεί η ξήρασή της. Στη συνέχεια ο ίδιος φορτωτής που τροφοδοτεί με ιλύ το θερμοκήπιο, φορτώνει την ξηραμένη ιλύ στο φορτηγό απομάκρυνσης το οποίο την μεταφέρει στον τελικό χώρο διάθεσης. Η διαδικασία φόρτωσης της ξηραμένης ιλύος στο φορτηγό απομάκρυνσης γίνεται επίσης εντός κλειστού διαδρόμου πρόσβασης στο θερμοκήπιο.

Η εγκατάσταση θα χωροθετηθεί στο υπάρχον οικόπεδο ιδιοκτησίας ΔΕΥΑΟ σε έκταση 24 περίπου στρεμμάτων. Το θερμοκήπιο ξήρανσης ιλύος θα χωροθετηθεί στο βόρειο μέρος του οικοπέδου της ΔΕΥΑΟ. Κατάλληλη οδοποιία και κατάλληλοι χώροι ελιγμών θα επιτρέπουν την πρόσβαση στην είσοδο και στην έξοδο του θερμοκηπίου. Για την περίοδο που δεν είναι δυνατή η τροφοδοσία της αφυδατωμένης ιλύος, λόγω καιρικών συνθηκών, θα προβλεφθεί η κατασκευή αποθήκης αναλόγων διαστάσεων.

Γ.2.2 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Γ.2.2.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Δεδομένα Σχεδιασμού :

Είδος ιλύος	αφυδατωμένη ιλύς από αστικά λύματα
Περιεχόμενα DR της υπό ξήρανση Ιλύος:	20% DS
Ετήσια ακτινοβολία στο έργο:	1.320 kWh/m ² a
Εξωτερική απαιτούμενη αποθήκη για την αφυδατωμένη ιλύ ως εξομάλυνση για τις κλιματικές διακυμάνσεις κατά την διάρκεια του έτους	περίπου 350 τόνοι
Συνολική ποσότητα εισερχόμενης αφυδατωμένης ιλύος	2.000 Τόνοι / έτος
Ολικά στερεά αφυδατωμένης ιλύος	400 Τόνοι / έτος
Υγρασία αφυδατωμένης ιλύος	1600 Τόνοι / έτος
Στερεά ξηραμένης ιλύος	75%
Ποσότητα εξατμιζόμενου νερού	1467 Τόνοι / έτος
Απαιτούμενη επιφάνεια ξήρανσης	1048 m ²
Ύψος ιλύος στα θερμοκήπια	20-25 cm
Ενδεικτικό Ύψος Εσωτερικά του θερμοκηπίου	3.5 m

Δεδομένα του ξηραντή:

Γραμμές Ξήρανσης :	1
Επιφάνεια κλίνης ξήρανσης	1195 m ²
Μήκος χειρισμού ιλύος	110 m περίπου
Ολικό μήκος θερμοκηπίου	120 m
Ολικό πλάτος θερμοκηπίου	12 m
Ύψος κλίνης ξήρανσης	200 mm
Μέγιστο επιτρεπτό ύψος κλίνης ξήρανσης	400 mm

ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:

Ο Ηλιακός ξηραντής ιλύος λυμάτων αποτελείται από τα παρακάτω στοιχεία:

- **Μηχανικός εξοπλισμός**
Πλήρως αυτοματοποιημένο σύστημα ανάδευσης και προώθησης
- **Ηλεκτροτεχνικός και ηλεκτρολογικός εξοπλισμός**
Ηλεκτρικός πίνακας διακοπών και ελέγχου
Μετεωρολογικός Σταθμός
- **Θερμοκήπιο**
με ανεμιστήρες, παράθυρα και εξαεριστήρες

Η τροφοδοσία και αποκομιδή θα γίνεται με φορτωτή.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΔΕΥΣΗΣ – ΠΡΟΩΘΗΣΗΣ

Τεχνικά χαρακτηριστικά για το σύστημα ανάδευσης – προώθησης.

Ο σκοπός του συστήματος μηχανικής ανάδευσης και μεταφοράς ιλύος είναι να αναδύει πλήρως το σύνολο της ιλύος κατά την διάρκεια ενός κύκλου ανάδευσης και να προωθεί συνεχώς την ιλύ μέσα από τον χώρο του ξηραντή από την περιοχή τροφοδοσίας ως την περιοχή απόρριψης. Η ιλύς ξεραίνεται ομοιόμορφα κατά την διάρκεια παραμονής της στο θερμοκήπιο.

Το σύστημα ανάδευσης ιλύος αποτελείται από τα εξής κύρια μέρη:

- Σύστημα έλξης
- Μονάδα ανάδευσης ιλύος
- Πλάκα απόξεσης

Το σύστημα έλξης αποτελείται από έναν κινητήρα ελεγχόμενο από μετατροπέα συχνότητας, και από κυλίνδρους ολίσθησης. Ένας άξονας κατανέμει την ισχύ στα πλευρικά γρανάζια, που κινούν αλυσίδες που εδράζονται πάνω στα τοιχώματα του διαδρόμου. Έτσι ο αναδευτήρας έλκεται κατά μήκος του ξηραντήριου. Η γέφυρα καθοδηγείται επιπλέον από τερματικούς κυλίνδρους.

Το σύστημα ανάδευσης ιλύος οδηγείται από δύο κινητήρες ελεγχόμενους από μετατροπείς συχνότητας.

Η κατεύθυνση της δύναμης του φτυαρίσματος της ιλύος είναι προς την αντίθετη κατεύθυνση από αυτή της μεταφοράς. Έτσι οι αλυσίδες είναι τεταμένες εξασφαλίζοντας σταθερότητα στην κίνηση.

Η πλάκα απόξεσης είναι τοποθετημένη κάτω από το τύμπανο σε διαμήκη προσανατολισμό. Ρυθμίζεται κατακόρυφα από ένα κινητήρα ανάρτησης. Καθώς η ιλύς αναδύεται, περνάει από την πλάκα, όπου κόβεται. Οι παραγόμενοι κόκκοι έχουν μεγάλη επιφάνεια. Το ρεύμα αέρα που παράγουν οι ανεμιστήρες συναντά πολύ αδρή επιφάνεια. Οι αναταράξεις του αέρα, και η μικρή διαδρομή του νερού μέχρι την επιφάνεια επιταχύνουν την αποξήρανση.

Διαδρομή για τον κινητήρα έλξης

Οι αλυσίδες που χρησιμοποιεί το σύστημα ανάδευσης για την έλξη του είναι στερεωμένες σε ελαστικά τεμάχια που χρησιμοποιούνται επίσης ως τερματικά φρένα. Κάποια από αυτά είναι εξοπλισμένα με ελατήρια. Τα τοιχία πάνω στα οποία κινείται ο αναδευτήρας περιγράφονται με λεπτομέρειες στα τεχνικά φυλλάδια.

Περιγραφή διαδικασίας:

Οι κινητήρες ελέγχονται σύμφωνα με συγκεκριμένη ρύθμιση, η οποία όμως έχει πολλές μεταβλητές. Η ιλύς:

- Τροφοδοτείται διαρκώς

- Αναδεύεται πλήρως: έτσι αερίζεται επαρκώς ώστε να κυριαρχούν αερόβιες συνθήκες που ελαχιστοποιούν τις οσμές. Η απόδοση ανάδευσης είναι πολύ υψηλή.
- Αναδεύεται εντός και ξανά πίσω: αποφεύγεται το πρόβλημα σχηματισμού πάστας, γρήγορη μετατροπή σε μια στερεά κατάσταση λόγω υψηλού βαθμού ξήρανσης. (Προβλήματα σκόνης και οσμής ελαχιστοποιούνται λόγω της μεγάλης επιφάνειας ξήρανσης με σταθερό ξηρό υπόλειμμα και μια μικρή περιοχή εντατικής ξήρανσης ακριβώς πριν την απόρριψη της ξηρής ιλύος.
- Ήπια ανάδευση: η μεταφορά με φτυάρια εξασφαλίζει ήπια ανάδευση. Καθώς η ιλύς δεν αποξάινεται από τον πυθμένα αλλά αναδεύεται κατά τμήματα, αποφεύγεται η παραγωγή σκόνης.
- Κοπή και θρυμμάτιση: Η μεγάλη επιφάνεια των παραγόμενων κόκκων επιταχύνει την διαδικασία ξήρανσης. Η κοκκοποίηση επιτυγχάνεται εξαιτίας της πολύ υψηλής απόδοσης ανάδευσης.
- Βαθμιαία εκφόρτωση: Ακόμα και πολύ δύσκολη στην επεξεργασία ιλύς μπορεί να υποστεί επεξεργασία εξαιτίας της ομογενοποίησης της ιλύος στο θερμοκήπιο.
- Το φτυάρι τρέχει πολύ απαλά πάνω στο δάπεδο και προλαμβάνει την δημιουργία μεμβράνης από ιλύ.
- Ελαχιστοποιείται η πιθανότητα να υπάρχουν περιοχές στα άκρα της κλίνης ξήρανσης όπου κάποιο μέρος της ιλύος δεν θα αναδεύεται. Αποφεύγεται έτσι η δημιουργία περιοχών με αναερόβιες συνθήκες που θα προκαλούσαν οσμές.
- Τα χαμηλά τοιχεία μειώνουν τις σκιές και τις απώλειες ηλιακής ενέργειας.

Προστασία από διάβρωση

Ο πλήρης εξοπλισμός μαζί με τα επιπλέον εξαρτήματα θα είναι κατασκευασμένος από ανοξείδωτο χάλυβα 1.4301. Οι κινητήρες θα είναι κατάλληλα για προστασία από την διάβρωση βαμμένοι με αστάρι από συνθετική ρητίνη, νιτροκυτταρίνη και βαφή RAL 5015 130 mm. Το υλικό των υπόλοιπων στοιχείων θα είναι ανθεκτικό σε διάβρωση.

ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΞΗΡΑΝΤΗ

Το ηλεκτρικό σύστημα ελέγχου αποτελείται από το κύριο ερμάριο ελέγχου και από τον πίνακα ελέγχου. Κατ' επιλογή ο πίνακας ελέγχου μπορεί να εγκατασταθεί χωριστά. Ο ηλεκτροτεχνικός εξοπλισμός περιλαμβάνει και την παροχή εντολών και ισχύος στα μηχανήματα, την καλωδίωση και υλικό εγκατάστασης για τον κλιματικό έλεγχο και τους κλιματικούς αισθητήρες (μετεωρολογικός σταθμός και αισθητήρια όργανα για τον εσωτερικό αέρα).

Έλεγχος ανεμιστήρων: μετεωρολογικός σταθμός και κλιματικοί αισθητήρες

Ο έλεγχος των ανεμιστήρων σε συνδυασμό με τον μετεωρολογικό σταθμό και τους κλιματικούς αισθητήρες επιτυγχάνουν το βέλτιστο κλίμα ξήρανσης στο θερμοκήπιο

και την μέγιστη απορρόφηση νερού από τον αέρα. Η επανύγρανση της ιλύος αποφεύγεται με την πρόληψη συμπυκνώματος.

Οι ανεμιστήρες ενεργοποιούνται ανάλογα με:

- Τα αποτελέσματα μέτρησης θερμοκρασίας και υγρασίας
- Τον υπολογισμό και σύγκριση των καταστάσεων του αέρα
- Τους κύκλους λειτουργίας του αναδευτήρα
- Τους κανόνες ασφαλούς λειτουργίας

Ο μετεωρολογικός σταθμός μετράει τα εξής:

- Σχετική υγρασία (0 ως 100%)
- Θερμοκρασία (-30 ως +70 βαθμοί Κελσίου)
- Ταχύτητα ανέμου (0 ως 10 μέτρα το δευτερόλεπτο)
- Κατ' επιλογήν: βροχή

Ο μετεωρολογικός σταθμός είναι σχεδιασμένος να αντιμετωπίζει τις εξής περιβαλλοντικές επιρροές:

- Προστασία από πάγο
- Προστασία από χαλάζι
- Αντικεραυνική προστασία
- Κατ' επιλογήν προστασία από καταιγίδα
- Καλωδίωση με IP 67
- Μέγιστο μήκος καλωδίωσης για τους αισθητήρες και την θέση εγκατάστασης

Οι κλιματικοί αισθητήρες στο ξηραντήριο μετρούν την σχετική υγρασία (0 ως 100%) και την θερμοκρασία (-30 ως +70 βαθμοί Κελσίου).

Χαρακτηριστικά θερμοκήπιου

Η ξήρανση επιτυγχάνεται με την απευθείας ηλιακή ακτινοβολία στην ιλύ και με επαγωγική ξήρανση από θερμό ρεύμα αέρα που παράγεται μέσα στο θερμοκήπιο. Το θερμοκήπιο θα είναι υδατοστεγές (προστασία από βροχή), σταθερό (αντοχή σε χιόνι) και ανθεκτικό στα καιρικά φαινόμενα (υπεριώδης ακτινοβολία, χαλάζι, υγρασία) χάρη στα επιλεγμένα υλικά. Τα φύλλα και οι πλάκες που χρησιμοποιούνται θα είναι διαπερατά από το φως.

Το θερμοκήπιο επίσης προστατεύει το αυτόματο μηχανικό σύστημα.

Τεχνικά δεδομένα του θερμοκηπίου:

Αριθμός θερμοκηπίων:

1

Ύψος τοίχου/μαρκίζας:

2,50 m περίπου

Ύψος κορυφής:

4,60 m περίπου

Κατασκευή:

Η κατασκευή επιτρέπει την τοποθέτηση διαδρομών καλωδίων (σχάρα καλωδίων, σύστημα συρόμενων καλωδίων κλπ.), ανεμιστήρων και αισθητήρων.

Η κατασκευή γίνεται με χαλύβδινες γαλβανισμένες διατομές, ανθεκτικές στην κάμψη.

Κάλυψη οροφής / πλάγιων επιφανειών / εξαερισμού:

Φύλλο πολυαιθυλενίου (PE) με UV-προστασία και αεροθύλακες

Κατ' επιλογήν: διπλά πλέγματα, πολυκαρβονικά (PC), διαφανές πλεξιγκλάς, φύλλο EFTE, γυαλί

Ο διάδρομος του θερμοκηπίου είναι εξοπλισμένος με μονόπλευρο μηχανοκίνητο σύστημα εξαερισμού οροφής που καλύπτει περίπου το ένα τρίτο του μήκους του θερμοκηπίου στην πλευρά της πιο υγρής ιλύος.

Τα φύλλα/πλάκες τοποθετούνται στις επιμήκεις πλευρές περίπου 0,10m πάνω από την έδραση. Δεν υπάρχει περιορισμός για την ασφάλεια σε καταιγίδα. Κατ' επιλογήν μια ταινία από πλέγμα μπορεί να τοποθετηθεί στο χαμηλότερο σημείο.

Πρόσοψη με εξαερισμό:

Κάλυψη της πρόσοψης με διπλά πλέγματα, πολυκαρβονικά (PC).

Η πρόσοψη από την πλευρά των αποξηραμένων κόκκων είναι εξοπλισμένη με ένα πλέγμα με γρίλιες για προστασία από τον καιρό (τουλάχιστον 6 m²). Το πλέγμα αυτό είναι σχεδιασμένο να μην επιτρέπει την είσοδο του νερού της βροχής στο θερμοκήπιο. Αν αυτή η πλευρά είναι ιδιαίτερα εκτεθειμένη στον καιρό, μια επιπλέον προστατευτική οροφή ίσως είναι απαραίτητη. Το πλέγμα με τις γρίλιες δεν είναι ηλεκτρικά ελεγχόμενο.

Συρόμενες θύρες / πύλες / παράθυρα:

Συρόμενες θύρες στην πρόσοψη (στην περίπτωση τροφοδοσίας ή αποκομιδής με φορτωτή): Τα δύο φύλλα ανοίγουν στη μέση, και απελευθερώνουν το μισό πλάτος της αίθουσας το κάθε ένα. Αν υπάρχουν πολλές αίθουσες ενωμένες στα πλαϊνά τους, μπορούν να γίνουν κατάλληλες κατασκευές ώστε τα φύλλα να ανοίγουν τα ένα πίσω από το άλλο απελευθερώνοντας όλο το άνοιγμα.

Κατ' επιλογήν: Πόρτα με μπάρες πίσω από τις συρόμενες θύρες (κατ' επιλογήν συρόμενη μόνο στο μισό πλάτος της πρόσοψης) ώστε να μην επιτρέπεται η πρόσβαση στην επιφάνεια της ιλύος. Η πόρτα με μπάρες εξασφαλίζει φυσικό αερισμό του στεγνωτήριου της αίθουσας και μπορεί να μειώσει την κατανάλωση ενέργειας αν χρησιμοποιηθεί σωστά (λόγω μείωσης στον χρόνο λειτουργίας του εξαερισμού).

Αν χρησιμοποιούνται μεταλλικές πόρτες: ράγες για καθοδήγηση των φύλλων, κατά προτίμηση εδραζόμενες σε σκυρόδεμα.

Όλες οι προσβάσεις στο θερμοκήπιο θα έχουν κλειδαριές.

Κάθε πλευρά του θερμοκηπίου έχει παράθυρο από όπου μπορεί να ελέγχεται η ιλύς και η λειτουργία των μηχανημάτων. Το παράθυρο βρίσκεται περίπου 0,5 m πάνω από το δάπεδο, με διαστάσεις περίπου 1μ X 1 m.

Ανεμιστήρες για το θερμοκήπιο (22 τεμ, 400W έκαστος, 15.000m³/ώρα)

Ακριβής αερισμός για την ιλύ που ελαχιστοποιεί τον έλεγχο των οσμών της ροής κορεσμένου αέρα για εξαερισμό οροφής. Οι ανεμιστήρες εδράζονται πάνω από την περιοχή ξήρανσης (κεκλιμένοι στην περιοχή χωρίς πτερύγιο οροφής, οριζόντιοι στην περιοχή του πτερύγιου οροφής).

Οι αναταράξεις στην ιλύ που παράγονται από το ρεύμα αέρα εξασφαλίζουν γρήγορο και επαρκές στέγνωμα.

Όλοι οι ανεμιστήρες πρέπει να είναι σχεδιασμένοι για τις συνθήκες ενός ηλιακού ξηραντή, δηλαδή θα πρέπει να είναι τουλάχιστον κλάσης IP54. Η ανοχή τους στην θερμοκρασία πρέπει να είναι από -40 ως +60 βαθμούς κελσίου ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες. Οι τύποι ανεμιστήρων που χρησιμοποιούνται σε αγροτικές εγκαταστάσεις έχουν αποδειχτεί κατάλληλοι, αφού είναι ειδικά προστατευμένοι από την σκόνη και μικρές ποσότητες αμμωνίας στον αέρα.

Εξαεριστήρες εξάτμισης για το θερμοκήπιο (5 τεμ, έκαστος 25.000 m³/ώρα)

Είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν εξαεριστήρες στην πρόσοψη τροφοδοσίας ιλύος αντί για το πτερύγιο οροφής. Περίπου 5 εξαεριστήρες των 25.000 m³/ώρα απαιτούνται για μια αίθουσα 100μ.

Γ.2.3 ΔΙΑΘΕΣΗ ΤΗΣ ΙΛΥΟΣ

Η αποκομιδή της ξηρής ιλύος, μέσης ετήσιας συγκέντρωσης στερεών >75%, από την έξοδο της μονάδα ξήρανσης και η διάθεση της σε Αγρούς της γύρω περιοχής ή σε ΧΥΤΑ, θα γίνεται με φορτηγό της ΔΕΥΑΟ.

Γ.2.4 ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΧΩΡΟΥ

Για την πρόσβαση των οχημάτων μεταφοράς της αφυδατωμένης ιλύος διαμορφώνεται πλατεία ελιγμών κοντά στον θάλαμο υποδοχής της ιλύος. Ακόμη για την πρόσβαση των οχημάτων μεταφοράς της παραγόμενης ξηρής ιλύος διαμορφώνεται πλατεία ελιγμών κοντά στην έξοδο της μονάδας. Θα γίνει κατάλληλη επέκταση του δικτύου οδοποιίας προκειμένου να εξυπηρετούνται οι δραστηριότητες τροφοδοσίας με αφυδατωμένη ιλύ και αποκομιδής ξηρής ιλύος από την μονάδα ηλιακής ξήρανσης.

Εκατέρωθεν της μονάδας ηλιακής ξήρανσης διαμορφώνονται διάδρομοι πρόσβασης, τουλάχιστον 1m, του προσωπικού για την επίβλεψη της ομαλής λειτουργίας της μονάδας καθώς και για την εκπόνηση εργασιών συντήρησης.

Ο περιβάλλον χώρος της μονάδας ηλιακής ξήρανσης θα διαθέτει δίκτυο εξωτερικού φωτισμού. Φωτισμός ασφαλείας θα τοποθετηθεί και στο εσωτερικό της μονάδας ξήρανσης.

Γ.2.5 ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ – ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Η κατασκευή της μονάδας ηλιακής ξήρανσης ουσιαστικά συνιστά επέκταση-αναβάθμιση της υφιστάμενης Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων της Πόλης της Ορεστιάδας. Προκειμένου να είναι δυνατή η ηλεκτρική τροφοδότηση του πρόσθετου εξοπλισμού, από τον υφιστάμενο Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης, αλλά και η δυνατότητα διασύνδεσης των ηλεκτρολογικών έργων και του αυτόματου τρόπου λειτουργίας της μονάδας με το υφιστάμενο σύστημα της εγκατάστασης θα πρέπει να γίνει αποτύπωση των υφιστάμενων δικτύων και εγκαταστάσεων ηλεκτρολογικών και αυτοματισμών κατά την φάση εκπόνησης της μελέτης προσφοράς.

Η μονάδα θα διαθέτει τοπικό ηλεκτρολογικό πίνακα διανομής ισχύος και αυτοματισμού, που θα τοποθετηθεί σε κλειστό χώρο της μονάδας, με προστασία από την σκόνη και την υψηλή / χαμηλή θερμοκρασία . Η τροφοδοσία του πίνακα θα γίνει από τον υφιστάμενο Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης «Κανονικής Λειτουργίας» (MCC-N), της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων.

Για τον εσωτερικό φωτισμό της μονάδας ξήρανσης προβλέπεται νέος πίνακας φωτισμού, που θα τροφοδοτείται από τον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης «Ανάγκης» (MCC-E), της εγκατάστασης.

Γ.2.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Ο τηλε-έλεγχος της μονάδας ξήρανσης θα γίνεται με τη χρήση εφαρμογής εποπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων (SCADA), που θα εγκατασταθεί σε νέο Η/Υ, στο κέντρο ελέγχου του κτιρίου Διοίκησης της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων, ώστε να ανταλλάσει δεδομένα με τον τοπικό σταθμό ελέγχου που θα εγκατασταθεί στην μονάδα ξήρανσης. Ο τοπικός σταθμός (σύστημα PLC) θα διαβιβάζει όλες τις σχετικές με τον εξοπλισμό πληροφορίες στο Κέντρο Ελέγχου.

Από τον τοπικό ηλεκτρικό πίνακα θα γίνεται η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας και ταυτόχρονα ο έλεγχος του εξοπλισμού της μονάδας ξήρανσης, λαμβάνοντας υπόψη και τον τρόπο χειρισμού. Το σύστημα αυτοματισμού, αν δεν διαθέτει δικό του πίνακα, θα βρίσκεται σε ανεξάρτητο πεδίο του ηλεκτρικού πίνακα διανομής.

Για τον έλεγχο της λειτουργίας της μονάδας ξήρανσης και την εξασφάλιση υψηλής απόδοσης της μονάδας θα τοποθετηθεί τοπικός μετεωρολογικός σταθμός καταγραφής της θερμοκρασίας και της υγρασίας του αέρα εντός και εκτός του θερμοκηπίου, του ανέμου και της βροχόπτωσης. Οι συλλεγόμενες πληροφορίες από τον μετεωρολογικό

σταθμό θα καταγράφονται και θα επεξεργάζονται από το κεντρικό σύστημα αυτοματισμού και ελέγχου της μονάδας ξήρανσης. Το σύστημα υλοποιείται μέσω ενός δόκιμου λογισμικού ανεπτυγμένου από τον κατασκευαστή του μηχανολογικού εξοπλισμού της μονάδας ξήρανσης, το οποίο εξασφαλίζει:

- αυτόματη ρύθμιση του ρυθμού διάστρωσης, ανάμειξης-διάσπασης, μεταφοράς της ιλύος, εξετάζοντας τις τρέχουσες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας συναρτήσει της ποιότητας της εισερχόμενης ιλύος, πχ σε δυσμενείς συνθήκες εξάτμισης: χαμηλή θερμοκρασία και υψηλή σχετική υγρασία, μειώνεται ο ρυθμός και αντιστρόφως σε ευνοϊκές αυξάνεται
- αυτόματη προσαρμογή του ρυθμού τροφοδοσίας αφυδατωμένης ιλύος στο δάπεδο ξήρανσης συναρτήσει του ρυθμού διάστρωσης, ανάμειξης-διάσπασης, μεταφοράς της ιλύος
- παύση ή ενεργοποίηση του συστήματος αερισμού και απαγωγής αέρα, εξετάζοντας τις τρέχουσες συνθήκες υγρασίας
- είτε άνοιγμα ή κλείσιμο των ανοιγμάτων οροφής του θερμοκηπίου είτε κλείσιμο ή άνοιγμα του συστήματος αερισμού και απαγωγής αέρα, εξετάζοντας τις τρέχουσες συνθήκες ανέμου και βροχόπτωσης.

Δ. ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ

Δ.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η διαστασιολόγηση έγινε με βάση τις υδραυλικές παροχές που δέχεται το έργο και την παραγόμενη ποσότητα λάσπης όπως παρουσιάστηκαν στην παράγραφο Α.1

Οι ανοχές των δομικών κατασκευών των επιμέρους μονάδων θα ικανοποιούν τις απαιτήσεις του παραρτήματος Β της EN 12255-1 και θα είναι συμβατές με τον εξοπλισμό που πρόκειται να εγκατασταθεί.

Η εγκατάσταση όλου του θα γίνει σύμφωνα με τα οριζόμενα στις σχετικές Προδιαγραφές και Οδηγίες του κατασκευαστή του εξοπλισμού. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να εξασφαλίζεται ευχερής και ασφαλής πρόσβαση και θα πρέπει να λαμβάνονται όλα τα αναγκαία μέτρα για την αποκομιδή και συντήρησή του.

Δ.2. ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΦΥΔΑΤΩΜΕΝΗΣ ΙΛΥΟΣ

Σύμφωνα με την καταγεγραμμένη κατά το έτος 2011 παραγωγή αφυδατωμένης ιλύος (δες παράγραφο Α.1) η μέση ετήσια παραγωγή στερεών ήταν 750 kg DS /ημέρα. Ο υφιστάμενος εξοπλισμός αφυδάτωσης επιτυγχάνει παραγωγή αφυδατωμένης ιλύος συγκέντρωσης 12,5% (125 Kgr SS/m³), σύμφωνα με τα στοιχεία λειτουργίας του έργου.

Η συνολική ετήσια ποσότητα στερεών το ίδιο έτος ήταν 195 tn DS/y. Λαμβάνοντας υπόψη την συγκέντρωση στερεών της αφυδατωμένης ιλύος (125 Kgr SS/m³) υπολογίζεται η ποσότητα της προς ξήρανση ιλύος ως εξής :

$$\frac{195 \text{ tn DS/y}}{125 \text{ Kgr SS/m}^3} = 1560 \text{ tn αφυδατωμένη ιλύς /y}$$

Για τον σχεδιασμό της μονάδας ηλιακής ξήρανσης της ιλύος της Ορεστιάδας πρέπει να ληφθεί υπόψη και μελλοντική παραγωγή ιλύος από μονάδες Επεξεργασίας Λυμάτων των Δημοτικών Διαμερισμάτων. Επίσης πρέπει να γίνουν οι απαραίτητες ενέργειες ώστε η παραγόμενη αφυδατωμένη ιλύς να έχει συγκέντρωση σε στερεά τουλάχιστον 20% (200 Kgr SS/m³).

Με αυτές τις προϋποθέσεις η ποσότητα της ιλύος που θα οδηγείται προς επεξεργασία εκτιμάται σε

$$\frac{400,00 \text{ tn DS/y}}{20 \text{ Kgr SS/m}^3} \approx 2.000 \text{ tn αφυδατωμένη ιλύς /y}$$

Δ.3. ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Δ.3.1 ΘΑΛΑΜΟΙ ΞΗΡΑΝΣΗΣ

Ο σχεδιασμός των θαλάμων ξήρανσης θα γίνει για την ικανοποίηση των παρακάτω απαιτήσεων:

Τύπος συστήματος ξήρανσης	Σύστημα με χρήση ηλιακής ενέργειας
Αριθμός θαλάμων ξήρανσης	1
Ποσοστό ξηρών στερεών (dry solids) εισερχόμενης αφυδατωμένης ιλύος	≥ 20%
Ποσοστό ξηρών στερεών (dry solids) εξερχόμενης αφυδατωμένης ιλύος	≥ 75%
Ικανότητα εξάτμισης νερού	1467 tn εξατμ. H ₂ O/ετος
Ελάχιστος ειδικός ρυθμός εξάτμισης σχεδιασμού	1,4 tn H ₂ O/m ² έτος
Ετήσια ποσότητα αφυδατωμένης ιλύος προς ξήρανση	2.000 τόνοι το χρόνο
Τροφοδοσία θαλάμου ξήρανσης	5 ημέρες την εβδομάδα
Τύπος συστήματος διάστρωσης, ανάμειξης-διάσπασης, μεταφοράς και εξαγωγής της ξηραμένης ιλύος	Αυτόματο σύστημα συνεχούς λειτουργίας
Υλικά συστήματος διάστρωσης, ανάμειξης-διάσπασης, μεταφοράς και εξαγωγής της ξηραμένης ιλύος / σε επαφή με την αφυδατωμένη ιλύ	Χάλυβας κατάλληλης αντιδιαβρωτικής προστασίας / Ανοξείδωτος χάλυβας AISI 304 ή ανώτερης ποιότητας

Δ.3.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΟΣΜΩΝ

Η τροφοδοτούμενη αφυδατωμένη ιλύς στην μονάδα ξήρανσης είναι πλήρως σταθεροποιημένη συνεπώς δεν αναμένεται έκλυση οσμηρών αερίων ρύπων που χρειάζονται επεξεργασία.

Επιπλέον η ίδια η διεργασία ξήρανσης αποτρέπει την δημιουργία αναερόβιων θυλάκων στο εσωτερικό της προς ξήρανση ιλύος και κατά συνέπεια την έκλυση οσμών μέσω του εφαρμοζόμενου συστήματος συνεχούς ανάμειξης της ιλύος.

Δ.4 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ

Για την διαστασιολόγηση της μονάδας ηλιακής ξήρανσης λαμβάνονται τα ακόλουθα δεδομένα σχεδιασμού:

Ποσοστό ξηρών στερεών (dry solids) στην αφυδατωμένη λάσπη στην είσοδο της μονάδας της ηλιακής ξήρανσης: 20%

Μέσο ετήσιο ποσοστό ξηρών στερεών στην ξηρή λάσπη στην έξοδο της μονάδας της ηλιακής ξήρανσης: 75%

Η ετήσια εκτιμώμενη ποσότητα αφυδατωμένης λάσπη στην είσοδο της μονάδας της ηλιακής ξήρανσης: 2.000 tn/y (moist sludge)

Ημέρες παραγωγής ιλύος ετησίως: 260 ημέρες

Ο ειδικός ρυθμός εξάτμισης σχεδιασμού της μονάδας ξήρανσης είναι 1,40 tn H₂O/m² year λαμβάνοντας υπόψη μόνο ηλιακή ακτινοβολία.

Για την εξάτμιση 1 tn νερού απαιτούνται θεωρητικώς 960KWh θερμικής ενέργειας, ωστόσο στην πράξη (βάσει στοιχείων από κατασκευαστές συστημάτων ηλιακής ξήρανσης) έχει αποδειχθεί ότι απαιτούνται 1.300 – 1.450 Kwh θερμικής ενέργειας

Η ηλιακή ακτινοβολία στην ευρύτερη περιοχή της Ορεστιάδας κυμαίνεται στα 1320kWh/m²/y (σύμφωνα με στοιχεία της ευρωπαϊκής υπηρεσίας Photovoltaic Geographical Information System - PVGIS)

Προκειμένου να προσδιοριστεί η απαιτούμενη επιφάνεια ξήρανσης είναι απαραίτητο να υπολογιστεί μέσω ενός ισοζυγίου μάζας το νερό που θα πρέπει να εξατμιστεί από την λάσπη προκειμένου η συγκέντρωση στερεών να αυξηθεί από 16% σε 75%:

1. Η ετήσια εκτιμώμενη ποσότητα αφυδατωμένης λάσπη στην είσοδο της μονάδας της ηλιακής ξήρανσης όπως υπολογίστηκε στην παράγραφο Δ.2 θα είναι 2.000 tn αφυδατωμένη ιλύς /y με 20% DS δηλαδή περίπου 400 tn DS/year.

2. Ομοίως η ετήσια εκτιμώμενη ποσότητα ξηρής ιλύος στην έξοδο της μονάδας της ηλιακής ξήρανσης, λαμβάνοντας υπόψη συγκέντρωση στερεών ξηρής ιλύος 75% (750KgSS/m³), υπολογίζεται

$$\frac{400 \text{ tn DS/y}}{750 \text{ Kgr SS/m}^3} = 533 \text{ tn ξηραμένης ιλύς /y}$$

3. Συνεπώς η αφυδατωμένη ιλύς που ζύγιζε 2.000 τόνους μετά την ξήρανσή της θα ζυγίζει 533 τόνους. Είναι προφανές ότι η διαφορά αυτή οφείλεται στο νερό που εξατμίστηκε από την λάσπη προκειμένου η συγκέντρωση στερεών να αυξηθεί από 20% σε 75% και είναι ίσο με τη διαφορά των δύο βαρών:

$$2.000 \text{ tn} - 533 \text{ tn} = 1467 \text{ tn εξατμιζόμενου H}_2\text{O/έτος}$$

Συνεπώς η απαιτούμενη επιφάνεια ξήρανσης υπολογίζεται:

$$\frac{1467 \text{ tn εξατμιζόμενου H}_2\text{O/έτος}}{1,4 \text{ tn H}_2\text{O/m}^2/\text{έτος}} = 1.048 \text{ m}^2$$

Θα κατασκευαστεί ένα (1) θερμοκήπιο για την ηλιακή ξήρανση της λάσπης που εξασφαλίζει (δες παρ Γ.2.2.1) συνολική επιφάνεια ξήρανσης $1.195 \text{ m}^2 > 1.048 \text{ m}^2$.

Η απαιτούμενη ποσότητα νερού προς εξάτμιση όπως υπολογίστηκε παραπάνω είναι $1467 \text{ tn H}_2\text{O/y}$. Η παραπάνω απαίτηση εξάτμισης προϋποθέτει κατανάλωση θερμικής ενέργειας:

$$(1.467 \text{ tnH}_2\text{O/y}) / (1,40 \text{ tnH}_2\text{O/m}^2\text{y}) * (1.300 \text{ kWh/m}^2/\text{y}) = 1.361.939 \text{ KWh/y}$$

Δεδομένου ότι η ηλιακή ακτινοβολία στην ευρύτερη περιοχή της Ορεστιάδας κυμαίνεται περίπου στα $1.320 \text{ kWh/m}^2/\text{y}$, η διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια υπολογίζεται:

$$1.195 \text{ m}^2 * 1.320 \text{ kWh/m}^2/\text{y} = 1.577.400 \text{ kWh/y}$$

Επομένως η διαθέσιμη ετήσια ηλιακή ακτινοβολία κρίνεται επαρκής για την κάλυψη των αναγκών εξάτμισης.

E. ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΧΩΡΟΥ

E.1. ΓΕΝΙΚΑ

Θα γίνουν όλα τα απαραίτητα έργα για την τελική διαμόρφωση των έργων (δενδροφυτεύσεις κτλ.) βάσει των εγκεκριμένων περιβαλλοντικών όρων, των κανόνων της αρχιτεκτονικής καλαισθησίας και με γνώμονα την προσαρμογή της μονάδας ηλιακής ξήρανσης στην υφιστάμενη εικόνα της Εγκατάστασης Επεξεργασίας Λυμάτων.

Περιλαμβάνονται όλα τα απαιτούμενα ειδικά έργα διαμόρφωσης για την ευστάθεια, λειτουργικότητα και αισθητική του χώρου και της μονάδας (πχ. επιχώματα, αντιστηρίξεις, κτλ.). Το οικόπεδο θα πρέπει να ανυψωθεί στο επίπεδο των υφιστάμενων εγκαταστάσεων για την αντιμετώπιση περιπτώσεων πλημμύρας.

E.2. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΟΔΟΠΟΙΑ

Θα γίνει επέκταση του δικτύου οδοποιίας έτσι ώστε να εξυπηρετείται η μονάδα ηλιακής ξήρανσης. Στις περιοχές κοντά στην είσοδο και την έξοδο της μονάδας ηλιακής ξήρανσης όπου αναμένεται προσωρινή στάση των οχημάτων μεταφοράς και αποκομιδής της ιλύος θα διαμορφωθούν επιπλέον χώροι ελιγμών.

Όλοι οι δρόμοι θα είναι ασφαλτοστρωμένοι με ελάχιστο πλάτος 5m. Όλοι οι δρόμοι θα έχουν κατάλληλη επίκλιση, τουλάχιστον 1%, για την διευκόλυνση απορροής των όμβριων. Η επέκταση του δικτύου οδοποιίας θα γίνει με τις ελάχιστες δυνατές παρεμβάσεις στο υφιστάμενο δίκτυο, προκειμένου να διασφαλιστεί η ομαλή κυκλοφορία στο έργο κατά την διάρκεια κατασκευής της μονάδας ξήρανσης.

Η κατασκευή του οδοστρώματος θα αποτελείται από μία στρώση υπόβασης πάχους 0,10m σύμφωνα με την ΠΤΠ Ο-150, μία στρώση βάσης πάχους 0,10m σύμφωνα με την ΠΤΠ Ο-155, ασφαλική προεπάλειψη, ασφαλική στρώση βάσης με ασφαλτόμιγμα πάχους 50mm σύμφωνα με την ΠΤΠ Α-265 και ασφαλική στρώση κυκλοφορίας με ασφαλικό σκυρόδεμα πάχους 50mm σύμφωνα με την ΠΤΠ Α-265.

E.3. ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Θα εγκατασταθεί δίκτυο φωτισμού στους χώρους ελιγμών των οχημάτων κοντά στην είσοδο και της έξοδο της μονάδας ξήρανσης, με ιστούς φωτισμού σε μέγιστη μεταξύ τους απόσταση 30m.

Τα φωτιστικά σώματα θα είναι τύπου βραχίονα ή προβολέα με λαμπτήρες ατμών νατρίου υψηλής πίεσης, ισχύος τουλάχιστον 250W και θα τοποθετηθούν σε ιστούς ενιαίου ύψους 7 -10 m. Η μέση στάθμη φωτισμού θα είναι τουλάχιστον 20 lux.

E.4. ΕΡΓΑ ΠΡΑΣΙΝΟΥ

Θα γίνει κατάλληλη διαμόρφωση και φύτευση χαμηλών θάμνων στους ακόλυπτους χώρους περιμετρικά της μονάδας ηλιακής ξήρανσης προκειμένου να μην διαταραχθεί η υφιστάμενη εικόνα πρασίνου της εγκατάστασης επεξεργασίας λυμάτων και χωρίς να εμποδίζεται η διείσδυση της ηλιακής ακτινοβολίας στο θερμοκήπιο.

E.5. ΑΠΟΧΕΤΕΥΣΗ ΟΜΒΡΙΩΝ

Η διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου θα έχει κατάλληλες κλίσεις, ώστε να εξασφαλίζεται η ταχεία επιφανειακή απορροή των ομβρίων προς το φυσικό αποδέκτη.

ΣΤ. ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ

ΜΟΝΑΔΑ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΙΛΥΟΣ ΕΕΛ ΟΡΕΣΤΙΑΔΑΣ

Α. ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΗ - ΠΡΟΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΩΝ Π/Μ					
A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ /Μ.Μ	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΤΙΜΗ
A	Διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου				
A1	Κατασκευή συμπτυκνωμένου επιχώματος	m ³	6.000,00	30,00	180.000,00
A2	Διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου	TEM	1,00	20.000,00	20.000,00
A3	Οδοποιία	TEM	1,00	40.000,00	40.000,00
			ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ:		240.000,00
B	Κατασκευή θερμοκηπίου				
B1	Εκσκαφές θεμελίων	m ³	120,00	25,00	3.000,00
B2	Κατασκευές από σκυρόδεμα κατηγορίας C 25/30	m ³	600,00	160,00	96.000,00
B3	Χαλύβδινοι οπλισμοί κατηγορίας S500s	Kgr	60.000,00	1,60	96.000,00
B4	Ξυλότυποι συνήθων χυτών κατασκευών	m ²	500,00	12,00	6.000,00
B5	Κατασκευή βαρέως τύπου βιομηχανικού δαπέδου	m ²	1.300,00	30,00	39.000,00
B6	Θερμοκήπιο ηλιακής ξήρανσης	TEM	1,00	600.000,00	600.000,00
			ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ:		840.000,00

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΙΛΥΟΣ ΕΕΛ ΟΡΕΣΤΙΑΔΑΣ					
α/α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΡΘΡΟΥ	ΕΡΓΑ ΟΙΚ	ΕΡΓΑ ΗΜ	ΕΡΓΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΣΥΝΟΛΟ άρθρου (κατ' αποκοπίν τιμή) €
1	Διαμόρφωση περιβάλλοντος χώρου	240.000,00 €			240.000,00 €
2	Κατασκευή θερμοκηπίου	840.000,00 €			840.000,00 €
3	Εξοπλισμός προώθησης και ανάδευσης ιλύος και λοιπός ΗΜ εξοπλισμός		440.000 €	450.000 €	890.000,00 €
4	Εξοπλισμός αερισμού- εξαερισμού θερμοκηπίων		115.000,00 €	75.000,00 €	190.000,00 €
5	Ηλεκτρολογικά – αυτοματισμοί		70.000 €	50.000 €	120.000,00 €
8	Δοκιμαστική λειτουργία		40.000 €	40.000 €	80.000,00 €
	ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ Σ1	1.080.000,00 €	665.000,00 €	615.000,00 €	2.360.000,00 €
	ΓΕ % ΟΕ 18%				424.800,00 €
	ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ Σ2				2.784.800,00 €
	ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ* (15% του Σ2)				417.720,00 €
	ΜΕΡΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ Σ3				3.202.520,00 €
	ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ				60.000,00 €
	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ				487.480,00 €
	ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ				3.750.000,00 €

Ο ΣΥΝΤΑΞΑΣ

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ

Ο ΠΡΟΪΣΤΑΜΕΝΟΣ Τ.Υ.Δ.Ε.Υ.Α.Ο.

ΖΗΛΙΑΣΚΟΠΟΥΛΟΣ ΠΑΣΧΑΛΗΣ

ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΑΡΧΙΤΕΚΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

Z. ΣΧΕΔΙΑ

Μ-01 ΜΟΝΑΔΑ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΙΛΥΟΣ ΚΑΤΟΨΗ - ΤΟΜΕΣ

Γ-1 ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ